ENCYCLOPÉDIE AGRICOLE

Publiée sous la direction de G. WERY

DELACROIX ET MAUBLANC

MALADIES DES PLANTES CULTIVÉES

MALADIES PARASITAIRES

ENCYCLOPÉDIE AGRICOLE
Publiée par une réunion d'Ingénieurs agronomes
SOUS LA DIRECTION DE G. WERY

DELACROIX ET MAUBLANC

MALADIES
DES
PLANTES CULTIVÉES

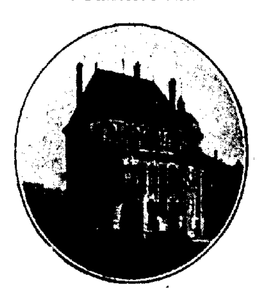
**

MALADIES PARASITAIRES

Troisième édition entièrement refondue

PAR

A. MAUBLANC
INGÉNIEUR AGRONOME
CHEF DE TRAVAUX A L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE



Avec 89 planches.

PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
19, rue Hautefeuille, près du Boulevard Saint-Germain

1926

MALADIES

DES

PLANTES CULTIVÉES

MALADIES PARASITAIRES

INTRODUCTION

L'étude des maladies de nos plantes cultivées produites par des parasites végétaux peut se comprendre de deux façons : on peut, en effet, prendre successivement chacune de nos cultures et passer en revue les parasites susceptibles de l'attaquer. On peut au contraire décrire les maladies en suivant l'ordre de la classification des parasites qui en sont la cause. Nous suivrons ici, comme dans les éditions précédentes, cette seconde méthode qui est celle adoptée par les auteurs de la majorité des traités de pathologie végétale, et, en effet, elle offre de grands avantages : c'est que, les maladies produites sur les plantes différentes par les organismes voisins systématiquement et par là même analogues dans leur évolution et leur biologie se trouvant étudiées côte à côte, il ne reste plus guère qu'à signaler les différences qui les séparent ; on n'est plus exposé à des redites ou des renvois comme dans le premier système.

Nous étudierons donc ici les maladies de nos plantes culti-

vées en suivant la classification naturelle des parasites et nous aurons ainsi à envisager successivement :

I. Les maladies dues à des Champignons.

II. Les maladies dues à des Algues, et exclusivement à des Bactériacées (maladies bactériennes).

III. Les maladies dues à des Phanérogames.

PREMIÈRE PARTIE

MALADIES PRODUITES PAR DES CHAMPIGNONS

Maladies cryptogamiques proprement dites.

Les Champignons constituent, parmi les parasites des végétaux, le groupe de beaucoup le plus important par le nombre et l'importance des dégâts commis.

Le caractère le plus saillant est constitué chez eux par l'absence de chlorophylle : ils doivent donc emprunter les matériaux carbonés, non à l'acide carbonique de l'air, mais à des composés plus complexes, élaborés par d'autres organismes.

Le manque de chlorophylle est corrélatif, chez les Bactéries et les Champignons, de l'absence d'amidon vrai, à l'état d'élément figuré. Une substance ternaire, un hydrate de carbone voisin de l'amidon, l'amyloïde, se rencontre, mais dans quelques cas seulement, chez les Champignons.

Structure. — L'appareil végétatif, le thalle d'un Champignon, peut être uni ou pluri-cellulaire. Le noyau existe toujours dans les éléments vivants. Le plus souvent le thalle filamenteux prend le nom de *mycélium ;* il peut être cloisonné (Basidiomycètes, Ascomycètes) ou dépourvu de cloisons (nombreux Phycomycètes). On donne fréquemment aux filaments du mycélium le nom d'*hyphes.*

Reproduction. — La reproduction est sexuée, s'accomplit par l'intervention de deux cellules de sexe différent, *gamètes*, qui mélangent leur contenu et donnent naissance à un *œuf* ou *oospore*. On n'a pu toujours mettre en évidence une reproduction sexuée certaine.

Le terme de *spore* est appliqué en pratique à des organes, d'origine fort différente, aptes à reproduire le Champignon. Les spores qui naissent par un simple bourgeonnement sur le mycélium portent le nom général de *conidies*.

Classification. — Les Champignons constituent une *classe* qui se subdivise en trois ordres :

1° Les *Phycomycètes*, à structure filamenteuse généralement continue, c'est-à-dire dépourvue de cloisons, produisant des spores et montrant le plus souvent une reproduction sexuée évidente ;

2° Les *Basidiomycètes*, à structure filamenteuse cloisonnée produisant, *quand ils arrivent au terme de leur développement*, des spores spéciales, *basidiospores*, naissant sur un organe uni ou pluricellulé, la *baside* ;

3° Les *Ascomycètes*, à structure filamenteuse cloisonnée, produisant, à un moment donné de leur développement, des cellules particulières, *ascospores*, qui naissent, souvent au nombre de huit, dans des cellules mères spéciales, les *asques* ou thèques.

Avant d'entrer dans l'étude de ces trois ordres, qui constituent les Champignons proprement dits, il nous faut dire quelques mots de deux autres groupes qu'on incorpore aux Champignons dont ils constituent des formes inférieures, mais qui ont par ailleurs des rapports assez étroits avec les animaux (Sporozoaires).

Ce sont les *Myxomycètes* et les *Chytridiales*.

CHAPITRE PREMIER

MYXOMYCÈTES ET CHYTRIDIALES

I. — MYXOMYCÈTES.

Les *Myxomycètes* constituent un groupe caractérisé par l'appareil végétatif, le *plasmode*, qui est mucilagineux, mobile, uniquement *formé de protoplasma et de noyaux*, dépourvu de membrane d'enveloppe. Par là ils s'éloignent complètement des véritables Champignons, si bien qu'aujourd'hui beaucoup de botanistes les en séparent, soit pour en faire un groupe à part d'êtres tout à fait inférieurs, soit pour les ranger parmi les animaux, suivant l'exemple déjà donné par de Bary qui appelait les Myxomycètes *Mycétozoaires*.

Les Myxomycètes se reproduisent par spores, parfois externes, le plus souvent internes et nées dans un sporange provenant de la transformation du plasmode entier.

Les spores germent en évacuant leur contenu sous forme d'une zoospore (à un cil vibratile), qui se transforme rapidement en une *myxamibe*, petite masse plasmique animée de mouvements amiboïdes. Chaque myxamibe se divise un certain nombre de fois et l'on sait maintenant que, chez certains Myxomycètes au moins, une reproduction sexuée résulte de la fusion de deux myxamibes en une masse unique apte à se transformer en plasmode, puis en sporange.

Les Myxomycètes se divisent en plusieurs groupes dont deux ont un intérêt en pathologie végétale :

1° Les *Endomyxacées*, à plasmode fusionné et spores internes ;

2° Les *Plasmodiophoracées* qu'on a parfois séparées des véritables Myxomycètes, mais qui n'en paraissent que des formes adaptées à la vie parasitaire.

1° Endomyxacées.

Les Endomyxacées ne renferment pas à proprement parler de parasites des plantes ; ce sont des êtres vivant aux dépens des végétaux en décomposition ; certains peuvent cependant devenir nuisibles, surtout dans les serres, où ils se répandent sur les plantes, les recouvrent de leurs plasmodes et de leurs fructifications, les salissent et même, quoique ne pénétrant pas les tissus, leur nuisent à la façon des fumagines, obstruant les stomates, interceptant la lumière, gênant la respiration et la fonction chlorophyllienne.

Nous prendrons comme type le **Fuligo septica** (Link) Gmel. ou Champignon de la Tannée, espèce répandue, assez fréquente dans les serres (pl. I).

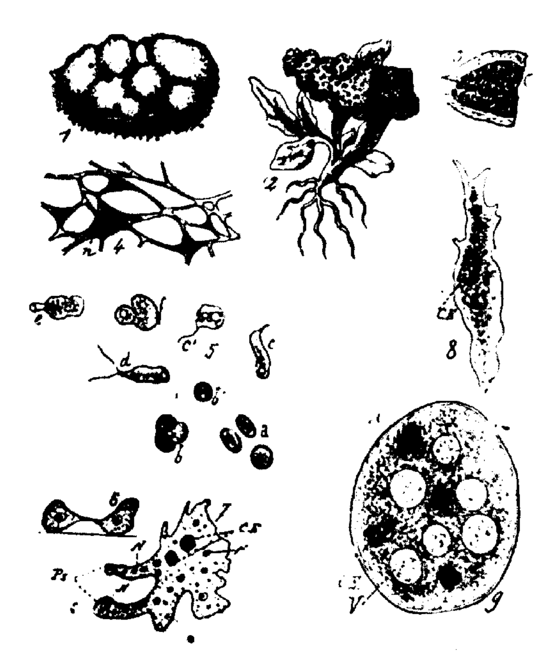
Le plasmode, de couleur jaune, peut atteindre et même dépasser le volume d'une grosse orange. La forme en est fort inconstante, car, pour progresser, le plasmode émet des prolongements ou pseudopodes, dans lesquels s'accumule la partie la plus dense du protoplasma ; c'est par ce mécanisme que s'établit le mouvement de toute la masse, mouvement analogue à celui des amibes (amiboïde). Les pseudopodes varient de forme à tout instant, suivant la direction de la force en provoquant le mouvement ; le plasmode est, en effet, sensible à des influences variées (pesanteur, humidité, lumière) et est doué de propriétés chimiotactiques. Il est susceptible de digérer certaines substances, comme les substances quaternaires ; mais il laisse intacts les grains d'amidon qu'il englobe. Enfin il renferme des granules de carbonate de chaux.

Sous l'influence de conditions mauvaises, le plasmode cesse de se mouvoir, rentre tous ses prolongements et se divise en autant de masses qu'il renferme de noyaux ; chacune d'elles s'enveloppe d'une membrane de cellulose. Le tout, de consistance cireuse ou cornée, forme un kyste plus ou moins volumineux qui se conserve parfois pendant un certain nombre d'années pour reprendre sa végétation quand les conditions redeviennent bonnes.

Lorsqu'il est arrivé à sa période de fructification, généralement le plasmode s'élève s'il rencontre un support vertical,

PLANCHE I

Myxomycètes.



Fuligo septica. — 1. plasmode à l'état naturel (réduit). — 2. plasmode développé sur une plante en serre (réduit). — 3. coupe longitudinale du plasmode fructifié. — 4, le capillitium ; *n*, un nœud. — 5, *a*, *b*, *b'*, *c*, *c'*, *d*, *e*, *f*, phases successives du développement de la spore (d'après de Bary). — 6, une myxamibe volumineuse en voie de division (d'après de Bary). — 7, un jeune plasmode ; *Ps*, pseudopodes ; *N*, noyaux ; *CE*, corps étrangers inclus (réduit et schématisé). — 8, une myxamibe volumineuse (d'après de Bary). — 9, une myxamibe enkystée ; *V*, vacuoles (d'après de Bary).

ou en tout cas se dispose à la surface de substratum et y adhère fortement. La fructification est un sporange, espèce de gâteau à membrane extérieure mince et sans structure cellulaire, pouvant atteindre 0m,30, différencié à l'intérieur en filaments anastomosés, le *capillitium*, dans les mailles desquels sont de nombreuses spores noirâtres. Ces organes, capillitium et spores, résultent de la différenciation du plasmode, dont les nombreux noyaux, entourés de protoplasma, s'enveloppent chacun d'une membrane.

Plusieurs autres espèces peuvent nuire aux plantes cultivées en agissant comme le Champignon de la Tannée ; c'est par exemple le cas de plusieurs *Physarum*, du *Spumaria alba*, etc...

2° Plasmodiophoracées.

A part de rares exceptions (*Ligniera*), les Plasmodiophoracées produisent des galles sur les végétaux (tiges et racines). Jusqu'ici le nombre d'espèces est restreint (1) et plusieurs sont fort rares, comme le *Sorosphæra Veronicæ* Schrœter qui forme des hypertrophies sur les tiges et pétioles des Véroniques, ou le *Tetramyxa parasitica* Göbel (sur *Ruppia rostellata*) ; la plus fréquente et la plus importante est le *Plasmodiophora Brassicæ* Wor. qui produit le *hernie du Chou*.

Les spores germent en zoospores qui se transforment en myxamibes uninucléées. C'est à ce stade que se fait l'infection par pénétration de la myxamibe à l'intérieur d'une cellule de l'hôte où elle se mélange plus ou moins intimement au protoplasma. Les cellules ainsi envahies sont l'origine de la tumeur : elles se divisent activement, suivies par les éléments voisins qui participent à la formation des excroissances, et le parasite suit le développement de l'hôte, de sorte que toutes les cellules provenant des cellules infectées renfermeront à la fois le protoplasma de la plante hospitalière et celui de la Plas-

(1) Les *Plasmodiophora Alni* (Wor.) Moll. et *Elaeagni* Schröt. sont à exclure des Plasmodiophoracées ; ils sont, en effet, constitués par un peloton de fins filaments et prennent place dans le genre *Frankiella*, dont la position systématique n'est d'ailleurs pas encore bien précisée (Bactériacée filamenteuse).

Quant au genre *Pseudocommis*, il est fondé sur une fausse interprétation et doit être totalement supprimé.

modiophoracée. Il est à noter que la pénétration de la myxamibe dans une cellule est suivie de sa division par étranglement en plusieurs masses nues, pluri ou uninucléées, qui évoluent côte à côte en restant isolées (*Sorosphæra*) ou en étant peu distinctes les unes des autres (*Plasmodiophora*).

Pendant tout son développement végétatif, le Champignon suit ainsi l'évolution des cellules qui le contiennent, croissant et se divisant en même temps qu'elles. Puis, à un moment déterminé, il fructifie, se transforme sur place en une masse de spores, dépourvue de membrane d'enveloppe. Cette transformation est précédée de modifications nucléaires sur lesquelles nous ne pouvons insister ici et qui caractérisent le passage de la phase végétative (phase schizogonique de Maire et Tison) à la phase sporogonique. Chaque noyau modifié subit deux bipartitions successives et donne naissance à quatre spores. La disposition de ces spores a permis d'établir plusieurs genres : *Plasmodiophora*, à spores libres formant une masse homogène ; *Tetramyxa*, à spores groupées par quatre ; *Sorosphæra*, à spores agrégées en sphères creuses.

Hernie du Chou (*gros pied, maladie digitoire*) (pl. II). — Cette affection est assez fréquente dans toutes les contrées où l'on cultive les Choux et produit souvent des dégâts considérables. Les diverses variétés (Chou ordinaire, Chou-fleur, Chou de Bruxelles, etc.) peuvent être atteintes, ainsi que d'autres plantes du genre *Brassica* (Navet, etc.), et bien d'autres Crucifères (1) : *Sinapis*, *Matthiola*, *Lepidium*, *Raphanus*, *Iberis*, *Capsella*, etc. L'étude en a été faite par Woronin, puis par Nawaschine, Pinoy, Maire et Tison, etc.

L'irritation amenée par la présence du *Plasmodiophora* dans les tissus se traduit par une hypertrophie considérable des racines ; l'aspect, la taille, la forme de ces excroissances sont d'ailleurs fort variables ; tantôt la racine principale est surtout atteinte, tantôt ce sont les radicelles, cas fréquent sur les plantes à racine principale charnue (Navet, Rave, etc.).

A la coupe, les excroissances sont d'abord d'un blanc pur ;

(1) Le *Plasmodiophora* a été signalé sur des plantes autres que des Crucifères, mais à tort et par suite d'une confusion avec les galles de l'*Heterodera radicicola*,

mais bientôt elles se tachent de gris à leur intérieur, puis pourrissent plus ou moins rapidement selon le degré d'humidité du sol (1).

L'infection se fait dans les parties jeunes de la racine, plus particulièrement par les poils radicaux. En règle générale il n'y a pas un point unique d'infection, mais bien des infections multiples, chacune donnant naissance à une tumeur ; toutes ces tumeurs confluent en masses plus ou moins irrégulières, souvent volumineuses.

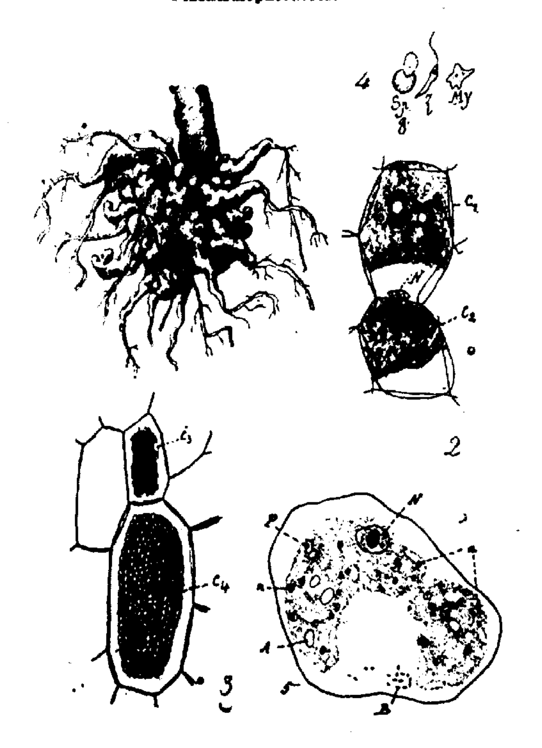
Sur la coupe, on trouve, au milieu des cellules parenchymateuses dont quelques-unes sont transformées en éléments vasculaires, d'autres cellules plus volumineuses, souvent de véritables cellules géantes, généralement réunies en groupes et se distinguant à leur contenu granuleux. Ce sont les cellules habitées par le parasite ; elles proviennent en partie, par divisions successives, des éléments infectés au début de l'évolution de la maladie ; mais différents auteurs ont également observé le passage du parasite d'une cellule infectée dans une autre saine à travers le membrane. Quant au reste de la tumeur, il provient de la multiplication intense des tissus voisins des points d'infection, sous l'influence de l'irritation amenée par la présence du parasite.

Le *Plasmodiophora* se présente sous l'aspect d'une masse granuleuse, intimement mélangée au protoplasma de la cellule-hôte, et qu'on désigne généralement sous le nom de plasmode ; d'après Maire et Tison, elle est constituée par plusieurs masses distinctes plurinucléées, provenant de la division de la myxamibe primitive, intimement soudées sans toutefois qu'il y ait fusion en un seul plasmode ; ces diverses masses évoluent côte à côte de façon à peu près synchronique, se divisant quand la cellule-hôte se divise, et enfin se transformant en spores au même moment. Cette évolution est comparable à celle des autres Plasmodiophoracées, mais la séparation des différentes masses plasmiques constituant le para-

(1) Il faut se garder de confondre la hernie du Chou avec les galles à contours arrondis, creusées de galeries et renfermant des larves, que produit au collet de diverses Crucifères un Coléoptère, *Ceutorrhynchus pleurostigma* Marsh. [*C. sulcicollis* Gyll. (non Payk)].

PLANCHE II

Plasmodiophoracées.



Plasmodiophora Brassicæ Woronin. — 1, pied de Chou atteint par la hernie. — 2, cellules de la racine, montrant la forme jeune (plasmodique), C_1, C_2, du parasite. — 3, le plasmode s'est transformé en spores C_3, jeunes ; C_4 adultes, dans une cellule géante. — 4, le développement de la spore ; *Sp.g.* germant ; *z*, phase zoospore ; *My*, myxamibe (d'après Woronin). — 5, un plasmode *P* dans une cellule ; *N*, noyau de la cellule ; *n*, noyaux du plasmode ; *A*, grains d'amidon *B*, bactéries (d'après Pinoy).

site est bien moins nette que chez les *Sorosphæra*, par exemple.

Les cellules infectées perdent peu à peu leur protoplasma propre ; le noyau, avant de disparaître complètement, montre fréquemment des déformations.

Au bout d'un certain temps, le parasite fructifie en se transformant totalement en spores, qui munies d'une membrane et d'un noyau, forment une masse compacte remplissant plus ou moins la cellule de l'hôte. Ces spores sont hyalines, réfringentes, arrondies, *très petites (environ 2 μ de diamètre)* ; leur membrane ne paraît pas de nature cellulosique.

Lorsque le *Plasmodiophora* a atteint cette période de son développement, la plante attaquée a perdu toute résistance à l'envahissement de saprophytes ; généralement la tumeur succombe sous la pourriture produite par des Bactéries, parmi lesquelles se rencontrent le *Bacillus amylobacter* et des espèces fluorescentes. Pinoy a montré que ces Bactéries existent dans la plante en même temps que le *Plasmodiophora* qui les y a amenées au moment même de l'infection ; mais elles ne prennent de développement que lorsque les tissus de la tumeur n'offrent plus aucune résistance. C'est la pourriture qui met les spores en liberté et les répand dans le sol, où elles peuvent séjourner un certain temps sans germer.

Le développement de la spore du *P. Brassicæ* a pu être suivi par Woronin ; il se forme une zoospore, puis une myxamibe capable de pénétrer les tissus jeunes de la racine des Choux, plus spécialement les poils radicaux. Cette germination est favorisée notablement par la présence de Bactéries.

Traitement. — Il est nécessaire de détruire et brûler les pieds atteints.

On veillera, au moment du repiquage, à ne planter que des pieds parfaitement sains ; il faut brûler tous les jeunes pieds attaqués.

Pratiquer une longue alternance de culture sur les sols où la maladie sévit.

D'après Seltensperger, G. Massee et autres auteurs, le mélange d'une poignée de chaux éteinte au sol au moment du repiquage empêche la maladie de se déclarer. Dans les attaques graves

un chaulage énergique permet de détruire dans le sol un grand nombre de germes du parasite.

Gale poudreuse de la pomme de terre. — Cette maladie, qui paraît rare en France et existe aussi en Algérie (Chrestian), est due à un Champignon, *Spongospora subterranea* (Wallr.) Johnson (*S. scabies* Mass., *S. Solani* Brunch.), qui semble bien se rattacher aux Plasmodiophoracées. Les tubercules atteints portent des pustules chancreuses brunes, isolées ou confluentes, séparées des tissus sains par une lame de liège et devenant pulvérulentes à la fin. Il y a hyperplasie des cellules de l'hôte, où se rencontrent des plasmodes, puis des balles creuses formées de spores brunes. L'évolution du Champignon est encore peu connue ; il semble se conserver dans le sol. Les dégâts ne sont pas bien graves, car la lésion reste localisée ; elle peut, il est vrai, servir de porte d'entrée à divers agents de pourriture.

II. — CHYTRIDIALES.

Les Chytridiales (Chytridinées) forment, au voisinage des Myxomycètes, un groupe composé presque exclusivement d'organismes aquatiques vivant sur les Algues et les animaux inférieurs ; quelques espèces sont cependant parasites des végétaux supérieurs. Longtemps elles ont été rangées parmi les Phycomycètes, dont cependant elles diffèrent complètement.

L'appareil végétatif des Chytridiales est assez peu différencié ; chez les espèces parasites, il est constitué soit par une masse rappelant le plasmode des Myxomycètes (*Olpidium*), soit par des sortes de cordons ressemblant davantage à un mycélium (*Cladochytrium*). Mais dans tous les cas ce stade végétatif n'a qu'une courte durée et les fructifications apparaissent : zoosporanges entourés d'une membrane mince et renfermant des zoospores à un cil vibratile, puis kystes, organes de repos à membrane épaisse.

L'évolution nucléaire des Chytridiales est loin d'être

encore bien connue ; des phénomènes de fécondation ont été rencontrés chez certains types, alors que chez d'autres on n'a pu mettre en évidence aucune fusion nucléaire. Il semble bien que ce soit un groupe hétérogène qui devra être divisé dans l'avenir.

Genre **Olpidium** A. Braun.

Le genre *Opidium* comprend un certain nombre d'espèces qui généralement se développent sur des Algues, plus rarement sur des plantes supérieures ; il est caractérisé par l'existence d'un plasmode dans l'intérieur même des cellules de la plante hospitalière, plasmode qui se transforme soit en un zoosporange arrondi, terminé par un col, soit en un véritable kyste à membrane épaisse.

Olpidium Brassicæ (Woronin) Dangeard (*Chrytridium Brassicæ* Woronin) (pl. III, fig. 1-2). — Cette espèce a été observée par Woronin sur de jeunes semis de Chou qui, au printemps, se courbaient au niveau du collet, se couchaient sur le sol et y pourrissaient. Le Champignon se rencontre dans la racine et l'axe hypocotylé sous forme de zoosporanges arrondis, situés dans l'intérieur des cellules et terminés par un col plus ou moins long, par lequel s'échappent des zoospores à un cil. Celles-ci, mises en liberté, peuvent pénétrer les jeunes Choux au niveau du collet ; elles se développent dans les cellules de l'écorce en un plasmode qui bientôt s'entoure d'une membrane cellulosique avant de se diviser tout entier en zoospores. Parfois le plasmode passe à l'état de repos sous forme d'un kyste à membrane irrégulière, capable de devenir un zoosporange, si les conditions redeviennent favorables.

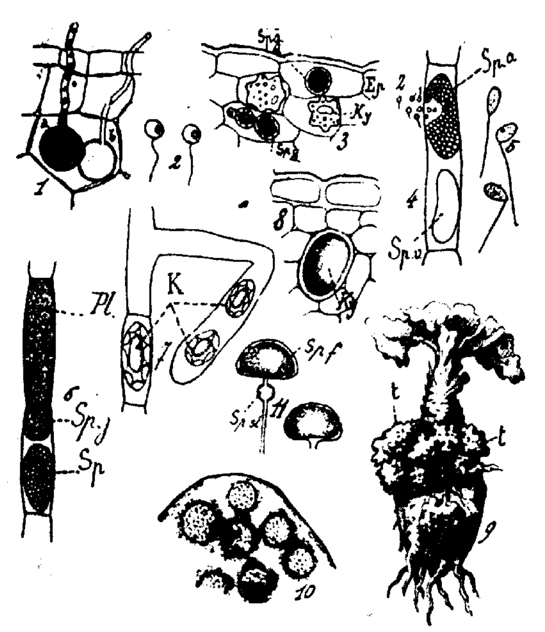
Cette maladie est très peu répandue et généralement n'amène pas la destruction complète des semis. On n'en connaît pas le traitement.

L'*Olpidium Nicotianæ* Preissecker, observé sur le Tabac, n'est sans doute qu'une variété du précédent.

L'*Olpidium Trifolii* (Passerini) Schrœter (pl. III, fig. 3) se rencontre sur le Trèfle blanc, dont les feuilles, pétioles et pédoncules portent de petites tuméfactions de même couleur

PLANCHE III

Chytridiales.



Olpidium Brassicæ. — 1, sporanges (mûrs en *a*, vides de leur contenu en *b*, dans une cellule de Chou. — 2, zoospores (d'après Woronin).

Olpidium Trifolii. — 3, coupe transversale d'une feuille de Trèfle ; *Ep.*, épiderme ; *Spg.*, sporanges ; *Ky.* kystes (d'après Woronin).

Asterocystis radicis. — 4, cellule de la racine de Lin contenant un zoosporange *Sp.o.* rempli de zoospores *z* et un sporange vide *Sp.v.* — 5, zoospores. — 6, cellules de la racine de Lin avec plasmode *Pl*, sporange jeune *Sp.j.* et sporange mûr *Sp.* — 7, kystes K dans un poil radical (d'après E. Marchal).

Cladochytrium graminis. — 8, un kyste K dans une feuille de Dactyle.

Urophlyctis leproides. — 9, *tumeurs t sur Betterave.* — *10, schéma de la coupe d'une tumeur.* — 11, *deux kystes* ; *celui de gauche montre le reste de la vésicule hyaline d'où il est issu.*

que la tige ; la maladie est d'ailleurs peu grave et passe facilement inaperçue. Les tissus contiennent des zoosporanges disposés en files dans les cellules épidermiques et des spores durables qui restent longtemps à l'état dormant.

Genre **Asterocystis** de Wild.

Le genre *Asterocystis*, très voisin d'*Olpidium*, n'en diffère guère que par l'absence du col des zoosporanges et par la structure des spores durables. L'unique espèce, **Asterocystis radicis** de Wildeman, attaque les racines de diverses plantes et surtout du Lin, sur lequel elle produit la maladie connue du nom de « brûlure » (pl. III, fig. 4-7).

C'est en mai que généralement le mal fait son apparition, sous forme de taches où les plantes semblent arrêtées dans leur développement, jaunissent, se flétrissent, se courbent à leur extrémité. Parfois la plante peut se rétablir, tout en restant courte ; souvent elle se dessèche sur pied. Cette maladie a été observée en Belgique par de Wildeman, puis E. Marchal ; elle existe également en France (nord de la France, Normandie, Bretagne), en Hollande, en Allemagne, etc.

D'autres plantes peuvent être aussi attaquées ; E. Marchal a observé l'*Asterocystis* en particulier sur le Poireau, le Radis, le Navet, le Colza, la Laitue, la Luzerne, le Paturin des prés, etc. Ducomet a étudié une chlorose de l'Avoine, Fron et Mlle Gaillat un jaunissement des gazons, altérations attribuées au même parasite.

C'est dans les racines que se trouve le Champignon, localisé dans l'assise pilifère et les poils radicaux. On y rencontre des sporanges elliptiques à zoospores uniciliées et des kystes globuleux ou elliptiques ayant l'aspect d'une étoile inscrite dans un cercle ou une ellipse, aspect dû à la présence à leur surface de dépressions tangentes entre elles.

L'infection se fait par l'extrémité des racines et seulement quand la plante est très jeune (de treize à dix-huit jours après la mise en germination, d'après Marchal) ; l'*Asterocystis* se multiplie ensuite abondamment dans la plante sans qu'on sache exactement par quel procédé.

Toutefois l'*Asterocystis* n'est peut-être pas dans tous les cas un agent de destruction des racines, car, selon Peyronel, il se rencontre de façon presque constante chez diverses graminées et en particulier chez les céréales.

Traitement. — 1° Sur une terre où le Lin a été atteint, ne pas planter pendant un temps assez long (sept à dix ans, d'après Marchal) de plantes susceptibles de servir de support au parasite ;

2° Arracher les Lins malades et les brûler dès l'apparition de la maladie (avant la formation des spores durables) ;

3° Éviter l'apport de chaux, qui favorise le développement du parasite.

Genre **Chrysophlyctis** Schilb.

Ce genre, voisin du précédent et surtout des *Synchytrium* (1), ne renferme qu'une seule espèce, le **Chrysophlyctis endobiotica** Schilb. (*Synchytrium endobioticum* Perc.), (pl. IV, fig. 1-6), cause de la « gale verruqueuse » ou « gale noire » de la Pomme de terre.

Signalé d'abord en Bohême par Schilberski (1896), ce parasite redoutable était rencontré quelques années plus tard en Angleterre (1900) où il a pris depuis une extension inquiétante, puis en Allemagne, en Suède, en Norvège, au Danemark, en Hollande, en Pologne, aux États-Unis, etc., enfin, tout récemment (1925) en France et en Suisse. En France, il est pour l'instant localisé en quelques points des Vosges alsaciennes où il existe depuis plusieurs années, sans doute importé par des tubercules provenant d'Allemagne.

La gale verruqueuse attaque les parties souterraines et même aériennes de la Pomme de terre : yeux des tubercules, stolons, bourgeons et même feuilles de la base des tiges ; il y produit des excroissances irrégulières, plus ou moins volumineuses, à surface verruqueuse, blanchâtres, puis noirâtres. Dans les attaques graves l'ensemble des tubercules est trans-

(1) Les *Synchytrium*, dont aucune espèce n'offre d'intérêt réel pour la culture, produisent de petites galles par infection des cellules épidermiques foliaires de nombreuses plantes supérieures.

formé en une masse mamelonnée, coralloïde, pourrissant très facilement.

Dans la partie superficielle des tumeurs on trouve des kystes arrondis, jaunâtres, provenant directement de l'infection d'une cellule épidermique qui s'hypertrophie ainsi que les éléments voisins ; ils sont entourés de deux membranes propres, et en outre d'une membrane jaune formée par la cellule-hôte. Ces kystes germent dans l'eau en donnant des zoospores à un cil. Les zoospores peuvent se fusionner deux à deux en un œuf qui, pénétrant la pomme de terre, aboutit à la formation d'un kyste. Si la zoospore, sans s'unir à une autre, infecte directement une cellule, il s'y forme des zoosporanges, mais jamais de kystes (Miss Curtiss).

Les dégâts sont très graves, d'autant que la maladie persiste dans le sol plusieurs années (huit et même dix). Les variétés de pommes de terre sont inégalement résistantes : certaines semblent douées d'une réelle immunité.

En dehors des mesures préventives de défense, la lutte sur les terres contaminées ne peut consister qu'en des désinfections du sol (résultats peu encourageants) et surtout en la plantation de variétés résistantes ; la plupart de nos variétés françaises les plus cultivées se sont à cet égard montrés plus ou moins sensibles, mais on possède, notamment en Angleterre, des types intéressants .

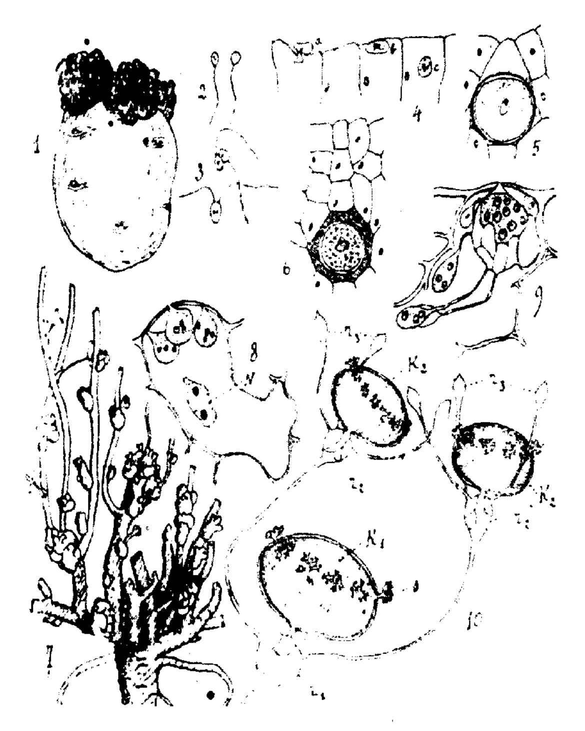
Genre **Cladochytrium** Nowakowski.

Tandis que les genres précédents rappelaient les Myxomycètes, les *Cladochytrium* s'en éloignent davantage et présentent des filaments très fins, rameux, qui se renflent en zoosporanges ou en spores durables.

Le *Cladochytrium graminis* de Bary (pl. III, fig. 8) se rencontre sur diverses Graminées de prairies (Dactyle, etc.), en arrête le développement et peut même en amener la mort. On ne connait pas les sporanges de cette espèce, mais seulement des kystes ovales, à membrane épaisse, lisse, brune, formés dans les feuilles où leur présence est décelée par l'apparition de lignes brunes. Cette maladie, assez dangereuse, est fort rare.

Planche IV.

Chytridiales.



Chrysophlyctis endobiotica. — 1. tubercule de pomme de terre attaqué. — 2. zoospores. — 3. copulation des gamètes ciliés. — 4. pénétration de l'œuf dans une cellule épidermique. — 5. plasmode encapsulé provenant de la pénétration d'une zoospore. — 6. kyste provenant de la pénétration d'un œuf (d'après Miss Curtiss).

Urophlyctis Alfalfæ. — 7. base d'un plant de luzerne avec tumeurs. — 8. premier stade de l'infection avec trois vésicules ayant perforé la cuticule : *N*, noyau de la cellule épidémique. — 9. état plus avancé. la vésicule primaire a donné plusieurs vésicules secondaires : les cellules sous-épidermiques sont en partie détruites. — 10 évolution du parasite : r_1, r_2, r_3, vésicules successives ; K_1, K_2, kystes : *s*, appendices (suçoirs ?) (schématisé d'après Jones et Drechsler).

Le *Cladochytrium cæspitis* Griff. et Maubl. a été rencontré aux environs de Paris sur de jeunes pieds de Ray-grass ; ceux-ci, attaqués au collet, jaunissent et meurent. On trouve dans les tissus des filaments ramifiés qui se renflent en des points très voisins en chapelets irréguliers de vésicules. Ces vésicules s'isolent et se transforment, soit en kystes presque incolores, soit plus rarement en zoosporanges. Cette espèce peut causer des dommages en provoquant le jaunissement des pelouses.

Peut-être faut-il rapporter à cette espèce un parasite observé en Angleterre par Massee et désigné par lui sous le nom de *Cladochytrium graminis* : il s'agissait également du jaunissement par places de pelouses de Graminées.

Genre **Urophlyctis** P. Magnus.

Les *Urophlyctis* provoquent la formation de véritables galles ; leur développement a pu être suivi chez certaines espèces (Maire et Tison) et surtout chez l'*Urophlyctis Alfalfæ* de la Luzerne (Jones et Dreschler) : l'infection (probablement par zoospores) se fait dans une cellule épidermique qui, au début renferme une ou plusieurs vésicules en toupie attachées par une sorte d'éperon à la paroi cuticulaire. La vésicule divise son noyau, puis des cloisons (3 à 5) isolent à sa périphérie des masses plasmiques uninucléées qui donnent naissance chacune à un filament grêle bientôt terminé en une vésicule secondaire identique à la vésicule primaire et se comportant comme elle. Toutefois, à côté des hyphes grêles renflées au sommet, chaque vésicule secondaire (comme toutes celles qui se formeront désormais) produit à son pôle supérieur un gros renflement sphérique, courtement pédicellé, qui, à maturité, se transforme en un kyste à membrane épaisse, brune, portant un peu au-dessous de l'équateur une couronne de petits appendices hyalins, en touffes, jouant sans doute un rôle d'absorption. Dans son développement, le Champignon s'enfonce dans le parenchyme de la plante, détruisant les cellules, tandis que, sous son action, les tissus parasités réagissent en se divisant et formant des tumeurs molles et

charnues, parcourues de traînées ramifiés occupées par le Champignon et apparaissant à la coupe comme des points noircis par les kystes. La germination de ces kystes n'a pu encore être observée avec certitude, il est probable qu'ils donnent naissance à des zoospores.

On connaît un certain nombre d'*Urophlyctis* dont les suivants seuls ont un intérêt en pathologie.

Urophlyctis Alfalfæ (Lagerh.) Magn. (pl. IV, fig. 7-10).— Cette espèce, spéciale à la Luzerne, provoque l'hypertrophie des bourgeons de la base de la plante, dans la partie enterrée des tiges, quelquefois aussi au-dessus du sol. Les bourgeons envahis sont transformés en petits tubercules charnus, atteignant le volume d'un grain de Maïs, d'abord blancs en coupe, puis parsemés de points noirs correspondant aux amas de kystes. Ceux-ci sont volumineux (40 à 50 μ), bruns, lisses, un peu aplatis sur leur face basilaire. La plante réagit non seulement en multipliant ses cellules, mais aussi en entourant les parties détruites par le champignon d'une lame plus ou moins nette de liège.

Cette maladie, connue sous le nom de « tumeurs marbrées de la Luzerne », a d'abord été signalée en Amérique du Sud (Équateur), puis retrouvée aux États-Unis et en Europe : Alsace (Magnus), Bavière (Grimm et Korff), Italie (Peglion), Suisse (Volkart), etc. En France on l'a rencontrée en Seine-et-Oise (Arnaud), dans l'Eure-et-Loir et le Loir-et-Cher (Fron et Lasnier).

Urophlyctis leproides (Trabut) Magn. (*Entyloma leproides* Trab.) (pl. III, fig. 9 11). — Ce parasite, fort rare, a été rencontré une seule fois par Trabut en Algérie ; il semble n'avoir été revu qu'en République Argentine par Spegazzini. Il provoque sur la partie supérieure des racines de la Betterave des tumeurs irrégulières, bosselées, sessiles ou pédonculées, pouvant atteindre le volume du poing. En coupe, ces tumeurs se montrent formées d'un tissu charnu blanc, parsemé de ponctuations noires, amas de kystes sembables à ceux de l'espèce précédente, bien que sensiblement plus petits (35 μ). La plante ne produit pas de liège autour des parties envahies par le parasite.

Maladies douteuses ou mal connues attribuées à des Chrytridiales.

Dangeard a signalé dans l'ouest de la France (environs de Poitiers) une maladie du Peuplier pyramidal caractérisée par la dessiccation progressive de la cime de l'arbre et qu'il attribue à une Chytridiale, *Rhizophagus populinus* Dangeard, vivant dans les radicelles. Ce Champignon posséderait un mycélium continu, des sortes de suçoirs très rameux (comme on en trouve dans beaucoup de mycorhizes), des vésicules (sporanges) et des kystes ; mais rien ne prouve que c'est bien là la cause de la maladie ; il est même possible que la Chytridiale de Dangeard ne soit qu'un Champignon des mycorhizes.

Prunet a étudié dans le sud-ouest de la France une maladie du Blé, qui se manifeste par un arrêt de croissance, un jaunissement, puis la dessiccation progressive de la plante. Il s'agit, d'après cet auteur, d'une Chytridiale, *Pyroctonum sphæricum* Prunet, voisine de *Cladochytrium* et possédant des zoosporanges naissant sur un mycélium grêle. Ce Champignon n'a pas été retrouvé et la question demande de nouvelles études.

Enfin nous signalerons le *Cladochytrium viticolum* Prunet qui serait la cause de la brunissure et de la gommose bacillaire de la Vigne ; il y a tout lieu de croire que la création de ce Champignon est due à une erreur d'interprétation analogue à celle qui a provoqué l'établissement du genre *Pseudocommis.*

CHAPITRE II

SIPHOMYCÈTES

Les Siphomycètes, appelés encore souvent Oomycètes, forment un groupe naturel caractérisé par l'appareil végétatif et le mode de reproduction sexuée.

L'appareil végétatif est constitué par des filaments ramifiés, multinucléés et presque toujours continus, c'est-à-dire dépourvus de cloisons.

La reproduction sexuée s'accomplit par la copulation de deux organes de sexe différent, les gamètes, et aboutit à la formation d'œufs très visibles. Quand les gamètes sont semblables, on dit qu'il y a *isogamie* (Mucorales) ; quand elles sont de taille ou de forme différentes, il y a *hétérogamie* (Péronosporales).

Parmi les Siphomycètes, seules les Péronosporales ont un intérêt en pathologie végétale.

PÉRONOSPORALES.

A part le genre *Pythium* les Péronosporales ne renferment que des parasites qui sont souvent l'origine de maladies graves. Elles sont caractérisées par leur reproduction sexuée franchement hétérogame, par la production, dans la majeure partie des genres, de zoospores et par leur genre de vie. Par la formation d'une seule oospore dans l'oogone, elles se distinguent nettement des Saprolégniales, qui, d'ailleurs, sont le plus souvent des saprophytes sur les végétaux et animaux aquatiques.

Le thalle (mycélium) se compose d'un filament indéfiniment ramifié, circulant entre les cellules, renfermant des

noyaux nombreux et irrégulièrement répartis ; ce mycélium peut être considéré comme continu ; on n'y trouve que de fausses cloisons constituées par des épaississements localisés de callose. Quant à la membrane, elle est formée, d'après Mangin, par un mélange intime de cellulose et de callose. Le mycélium envoie dans les cellules de l'organe parasité des organes absorbants, des suçoirs, globuleux ou ramifiés.

Les Péronosporales se multiplient asexuellement au moyen de sporanges et sexuellement par hétérogamie.

Sporanges. — Parvenu à un certain degré de développement, le mycélium forme des sporanges qui, dans certains genres, produisent des zoospores, tandis que dans d'autres ils perdent ce caractère, deviennent un organe banal de multiplication, une spore qui germe par filament ; ces sporanges ou spores, qu'on appelle plus fréquemment dans la pratique du nom de conidies, sont portés par des appareils (conidiophores) variables suivant les genres : leur membrane est cellulosique et ne contient de la callose qu'au niveau de l'articulation des conidies : c'est par liquéfaction de cette portion que ces dernières sont mises en liberté.

Les sporanges ou conidies renferment plusieurs noyaux (quatre à huit), venus directement du conidiophore.

Leur développement s'accomplit par l'un des trois modes suivants :

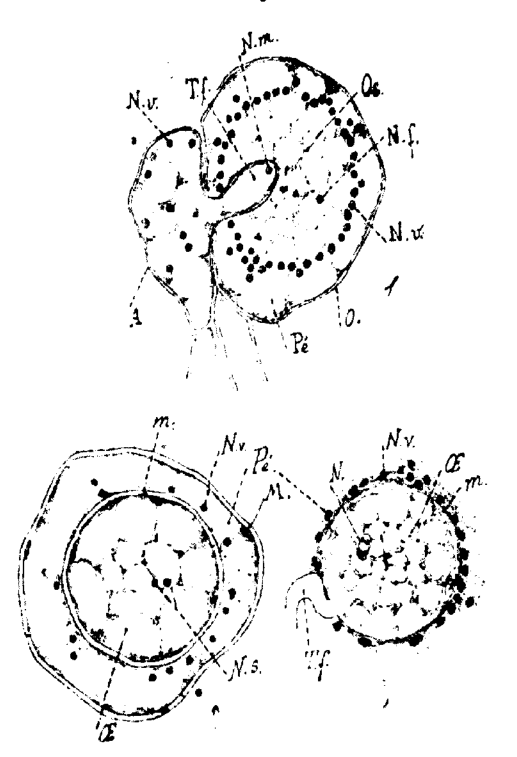
1° Le sporange divise son protoplasma en un certain nombre de masses disposées autour des noyaux ; chacune d'elles, dépourvue de membrane, acquiert deux cils disposés latéralement en un sens contraire, et ces zoospores sont mises en liberté par ouverture du sommet du sporange. Les zoospores, après avoir nagé un certain temps, perdent leurs cils, s'entourent d'une membrane et pénètrent la plante hospitalière en perforant la cuticule ou en passant par un stomate (quelques *Plasmopara* ; la majorité des *Cystopus*, les *Sclerospora* et *Basidiophora*).

2° Le sporange se perfore, au sommet, épanche au dehors son contenu, qui s'entoure d'une membrane et germe aussitôt par filament (quelques *Plasmopara*).

3° La conidie pousse directement un filament (*Peronospora*, *Bremia*).

Planche V

Péronosporales.



Cystopus Portulacæ (Léveillé). — 1, formation de l'œuf, un peu avant la fécondation ; O, l'oogone ; *Os*, l'ooplasma ; *Pé*, périplasma ; *N.f.*, noyau sexuel femelle ; *N.v.*, noyaux végétatifs ayant émigré dans le périplasma sur le pourtour de l'ooplasma ; *A*, antheridie ; *T.f.*, tube fécondateur ; *N.m.*, noyau sexuel mâle ; *N.v.*, noyaux végétatifs de l'anthéridie. — 2, l'œuf formé, *Œ*, vu du côté opposé à la pénétration du tube fécondateur avant la fusion des noyaux sexuels, *N.s.* ; *m*, la membrane propre de l'œuf non différenciée ; *M*, la membrane de l'oogone. — 3, l'œuf après fécondation ; le périplasma, *Pé*, n'est qu'en partie figuré *N*, le noyau de l'œuf (d'après A.-N. Berlèse).

Reproduction sexuée. — L'œuf se forme par hétérogamie ; l'*oogone*, organe femelle, ne renferme qu'un seul gamète ; le protoplasma de l'organe mâle, *anthéridie* ou pollinide, ne se différencie pas en anthérozoïdes.

L'oogone est constituée par un renflement d'un filament mycélien ; du protoplasma et un grand nombre de noyaux s'y accumulent ; puis la vésicule se sépare du filament par une cloison de callose.

L'anthéridie, cylindrique ou en massue, naît au sommet d'un rameau qui souvent se détache du pédicelle de l'oogone ; il se sépare du filament par une cloison de callose et ne renferme qu'un petit nombre de noyaux.

L'anthéridie envoie un prolongement qui traverse la membrane de l'oogone, s'ouvre au sommet et laisse échapper le protoplasma mâle. La fécondation s'opère et l'œuf s'entoure d'une membrane épaisse.

Les phénomènes nucléaires de la fécondation varient de façon notable selon les espèces (Berlese, Stevens, etc.).

Dans la majorité des cas, le protoplasma de l'oogone se différencie en deux zones : un *périplasma* transparent périphérique et un *ooplasma* central, granuleux, où sont localisés les noyaux. Chez certains *Cystopus*, ces noyaux, dont un certain nombre sont placés à la périphérie de l'ooplasma, se divisent une première fois ; l'un des noyaux fils va se placer dans le périplasma où il dégénère bientôt, l'autre reste dans l'ooplasma où il se divise de nouveau. Pendant ce temps, des divisions analogues se produisent dans l'anthéridie, et à la fécondation il y a fusion par paires des noyaux mâles et femelles.

Chez d'autres espèces (*Cystopus Tragopogonis*, etc.) les choses se passent sensiblement de la même façon, mais il n'y a fusion qu'entre un seul noyau de l'anthéridie et un de l'oogone ; les autres dégénèrent (pl. V).

Chez le *Cystopus candidus* la différenciation entre le périplasma et l'ooplasma est bien plus tardive ; tous les noyaux, sauf un seul, gagnent le périplasma, tandis que la partie centrale s'entoure d'une membrane. L'anthéridie ne renferme qu'un ou deux noyaux dont l'un se fusionne avec le noyau unique de l'oosplasma. Dans ce cas, comme dans le précédent,

après la fécondation le noyau se divise, en sorte que l'œuf est toujours plurinucléé.

Après la formation de l'œuf, la membrane de l'oospore s'épaissit et se transforme en deux couches : l'*exospore* callosique, formée aux dépens du périplasma, et l'*endospore* cellulosique. L'œuf reste inclus dans la membrane persistante de l'oogone.

Chez certains *Phytophthora*, l'oogone jeune pénètre dans l'anthéridie près de sa base, la traverse et émerge au sommet pour se renfler en oosphère. L'œuf mûr est enfermé dans la membrane de l'oogone dont la base reste entourée de l'anthéridie.

Il faut ajouter que, chez beaucoup d'espèces, l'acte sexuel ne s'accomplit que d'une façon incomplète, soit que l'anthéridie n'émette pas de tube fécondateur ou même n'existe pas, soit que le tube fécondateur ne s'ouvre pas au sommet. Dans ces cas, l'œuf doit être parthénogénétique.

D'autre part, dans le genre *Phytopthhora*, on a observé des faits rappelant ce qu'on connaissait déjà chez les Mucorales : les oospores ne peuvent se former que par fusion d'éléments appartenant à des thalles différents, morphologiquement semblables.

Après une période de repos, généralement après l'hiver, l'œuf germe, dans la plupart des cas, par production d'un filament conidiophore. Chez les *Cystopus*, la membrane se rompt, le contenu s'épanche et se transforme en un zoosporange.

Ajoutons qu'Eriksson a cherché à démontrer chez les Péronosporales l'existence d'un état symbiotique analogue au mycoplasma des Urédinales (Voir aux Urédinales).

Classification. — Les Péronosporales se divisent en trois familles les *Pythiacées*, les *Péronosporacées* et les *Cystopacées*.

PYTHIACÉES.

Les *Pythiacées*, souvent rangées dans les Saprolégniales, sont caractérisées par leur mycélium en grande partie externe au support, pouvant traverser les cellules et dépourvu de

suçoirs ; les conidies, terminales ou intercalaires, naissent sur des filaments non différenciés ; elles germent, de même que les œufs, par zoospores. A cette famille se rattache le genre *Pythium*, dont un certain nombre d'espèces vivent sur les plantes supérieures, souvent en saprophytes ; seule la suivante présente de l'intérêt.

Pythium de Baryanum (Hesse) (pl. VI, fig. 1-4). — Cette espèce attaque les semis d'un grand nombre de plantes ; c'est sur de jeunes plants de Caméline qu'elle a été découverte par Hesse, et, outre les observations de cet auteur, elle a été depuis étudiée par de Bary, Atkinson, etc.

Beaucoup de plantes en germination peuvent être envahies par le *Pythium de Baryanum* ; on peut le rencontrer sur le Cresson alénois, le Trèfle blanc ; le Maïs et le Millet sont moins gravement atteints, mais les semis de Betteraves sont fréquemment envahis et peuvent être totalement détruits. Nous ajouterons que nous avons observé sur une Betterave adulte un *Pythium* qui semble se rapporter à la même espèce ; une grande partie de la racine était infiltrée d'un mycélium ne portant que des conidies, et la zone atteinte était facilement reconnaissable à son aspect vitreux.

Les jeunes plantes envahies brunissent, s'inclinent vers le sol et meurent ; une moisissure blanche apparait sur les parties malades, constituée par un mycélium hyalin et continu, en partie interne, en partie externe. Les conidies prennent naissance abondamment soit sur le trajet des filaments, soit plus fréquemment à l'extrémité de courtes ramifications. Dans l'air humide, elles germent par simple filament ; mais, dans une goutte d'eau, ce filament se renfle presque aussitôt en une ampoule dans laquelle le protoplasma vient rapidement s'accumuler ; cette conidie secondaire se transforme alors en zoosporange par division de son contenu en spores à un seul cil. L'infection peut être réalisée soit par la pénétration du filament issu directement de la conidie, soit par la zoospore qui se fixe, perd son cil, s'entoure d'une membrane et émet un filament.

Les conidies gardent peu de temps leur pouvoir germinatif ; la persistance de l'espèce est assurée par la production d'œufs

qui naissent dans les tissus de la plante parasitée et persistent dans le sol, mis en liberté par la putréfaction du support.

Le *Pythium de Baryanum* peut causer de grands dégâts ; mais le plus souvent la maladie est peu grave, car les plantes ne sont suceptibles d'être attaquées que pendant les quelques jours qui suivent la germination et seulement si, à ce moment, le temps est humide. On ne connait d'ailleurs pas de remède vraiment efficace pour enrayer le développement du Champignon.

PÉRONOSPORACÉES.

Les Péronosporacées constituent un groupe très important : c'est à elles que sont dues les très graves maladies connues sous le nom de *mildiou* ou *mildew*.

Elles diffèrent des Pythiacées par leur mycélium interne, intercellulaire, pourvu de suçoirs, et par leurs filaments conidiophores bien différenciés, sortant par les stomates. Ce sont les caractères de ces conidiophores, joints à ceux que fournit le mode de développement des conidies, qui ont servi à l'établissement des genres, d'ailleurs peu nombreux, qui composent cette famille ; ce sont les suivants :

Phytophthora, *Blepharospora*, *Plasmopara*, *Peronoplasmopara*, *Peronospora*, *Bremia*, *Sclerospora*.

Genre **Phytophthora** de Barg.

Les *Phytophthora* sont caractérisés par leurs conidiophores dont le mode de ramification rappelle celui d'une cyme ; un filament, après s'être terminé par une conidie cesse de s'accroître, puis produit latéralement une ramification renflée à base, qui, par son développement, rejette la première conidie et se termine à son tour par une deuxième conidie et ainsi de suite. Ce mode de ramification suffit à lui seul pour caractériser les *Phytophthora*.

Les oospores, connues chez beaucoup d'espèces, ne se forment souvent que dans les cultures, soit en cultures pures provenant d'une seule spore, soit en cultures mixtes, c'est-à-

dire au contact de deux mycéliums appartenant à la même espèce (thalle + et thalle —, comme chez les Mucorales) ou même à deux espèces différentes (*Phytophthora* du groupe *Faberi*); dans ce dernier cas il s'agit d'une véritable hybridation.

Les espèces de *Phytophthora*, plus nombreuses qu'on ne pensait, sont assez difficiles à distinguer morphologiquement; plusieurs ont une grande importance, comme le *P. infestans*, agent de la « maladie de la Pomme de terre » ou « mildiou de la Pomme de terre ». Nous dirons quelques mots également du *P. omnivora* et des formes voisines. On n'a pas rencontré dans nos régions le *P. Phaseoli* Thaxter, qui attaque les Haricots aux États-Unis, le *P. Nicotianae* Breda de Haan, observé sur le Tabac aux Indes hollandaises, etc.

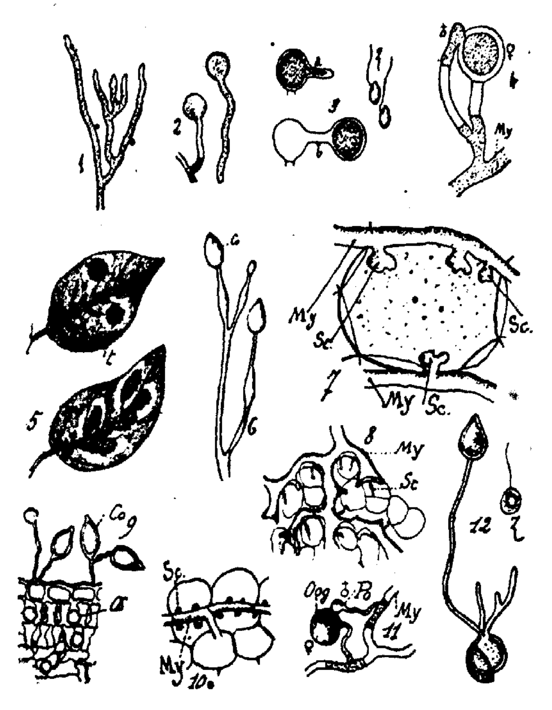
Phytophthora infestans (Montagne) de Bary (*Botrytis infestans* Montagne, *Botrytis devastatrix* Libert) (pl. VI, fig. 5-8). — Le *Phytophthora infestans* attaque un certain nombre de plantes de la famille des Solanacées, mais surtout la Pomme de terre et la Tomate, plus rarement d'autres *Solanum* (*S. dulcamara* par exemple). C'est vers 1830 qu'a été constatée pour la première fois en Europe (Allemagne) la « maladie de la Pomme de terre »; pendant quelques années, elle s'étendit peu, et on ne s'en préoccupa guère. Mais, en 1845, époque de son apparition en France, l'invasion se répandit, et, les années suivantes, les dégâts furent tels que la culture de la Pomme de terre en fut compromise. Toutefois, depuis cinquante ans environ, la gravité de la maladie s'est atténuée, et ce n'est que dans les étés humides que le Champignon cause d'importants ravages.

Dès 1842, de Martius avait affirmé que la « maladie de la Pomme de terre » était due à un Champignon; Montagne, en 1845, le décrivit sous le nom de *Botrytis infestans;* on s'aperçut plus tard qu'il s'agissait d'une Péronosporacée que de Bary jugea assez distincte des autres Champignons de cette famille pour justifier la création d'un genre spécial, *Phytophthora*.

Le *P. infestans* attaque à la fois les feuilles, les tiges et les tubercules de la Pomme de terre. C'est pendant l'été qu'il

PLANCHE VI

Pythiacées-Péronosporacées.



Pythium de Baryanum. — 1, filament mycélien. — 2, conidies, à gauche en place, à droite germant par un filament. — 3, germination d'une conidie par production d'un zoosporange secondaire : *a*, début ; *b*, formation du sporange ; *z*, zoospores. — 4, formation de l'œuf (d'après Hesse).

Phytophthora infestans. — 5, feuilles de Pomme de terre montrant les taches *t* du parasite. — 6, un conidiophore. — 7, mycélium, *My*, et suçoirs, *Sc*, dans un tubercule de Pomme de terre. — 8, les mêmes dans une feuille (d'après Mangin).

Phytophthora omnivora. — 9, conidies *Co* et œufs *Œ* dans une feuille de Hêtre (d'après Hartig). — 10, le mycélium et ses suçoirs *Sc*. — 11, formation de l'œuf : *Oog*, oogone ; *Po*, anthéridie (d'après Hartig). — 12, germination de l'œuf par conidiophore ; *z*, zoospore (d'après de Bary).

apparaît, généralement en juillet ou août, quelquefois plus tôt. On voit les feuilles se couvrir de taches mal délimitées, de dimensions variables, d'abord jaunâtres, puis brunes ; sur le pourtour des taches, à la face inférieure seule, se montre une auréole blanchâtre, qui semble formée d'un fin duvet : ce sont les conidiophores du Champignon. Les feuilles atteintes se fanent, se dessèchent et, en cas d'attaque grave, tout le pied de Pomme de terre paraît flétri, comme grillé.

Les tubercules sont aussi très fréquemment atteints ; extérieurement ils présentent des taches déprimées, brunes ou livides, qui correspondent sur une coupe à des régions brunes pénétrant plus ou moins profondément la chair. Ces tubercules malades se conservent mal et deviennent très facilement la proie de Bactéries ou de Champignons qui en amènent la pourriture. Matruchot et Molliard, ont montré que le brunissement des régions envahies n'est pas dû à l'action propre du *Phytophthora*, mais bien à celle de Bactéries qui existent toujours dans les tissus en même temps que le mycélium. Les pourritures, humide ou sèche, qui causent de graves dégâts dans les silos, sont ainsi le plus souvent la conséquence de l'attaque primitive des tubercules par le *Phytophthora* ; la présence de celui-ci est fréquemment difficile à mettre en évidence, surtout si la pourriture est déjà à un stade avancé, ce qui explique que son rôle ait parfois passé inaperçu.

Les principaux caractères du *Phytophthora* sont les suivants :

Dans la feuille, le mycélium est formé de filaments hyalinst continus, intercellulaires. Longtemps on a cru qu'il était dépourvu de suçoirs ; Mangin a montré qu'au contraire il possède un très grand nombre de petits suçoirs filiformes, grêles, difficiles à mettre en évidence. C'est dans les parties nouvellement atteintes, par conséquent sur le bord des taches, que les filaments sont vivants et bien visibles, et c'est dans cette même région que se forment les fructifications.

Dans les tubercules, le mycélium est formé de filaments, hyalins ou légèrement brunâtres, intercellulaires ; il envoie souvent, sans que ce fait soit absolument constant, dans les

cellules des suçoirs irréguliers, arrondis, ovoïdes ou cylindriques, entiers, lobés ou plus rarement ramifiés (G. Delacroix). On rencontre presque exclusivement ces filaments à la périphérie des parties brunes, tandis qu'à l'intérieur de ces dernières, dans les régions attaquées depuis plus longtemps et déjà souvent envahies par des saprophytes ou des semi-parasites, les hyphes du *Phytophthora* sont mortes et difficiles à mettre en évidence.

Les conidiophores sortent par les stomates sur toute la périphérie de la face inférieure des taches foliaires ; ils sont deux à trois fois ramifiés ; les rameaux secondaires portent de petites dilatations correspondant, comme nous l'avons déjà dit, à l'insertion des conidies, qui se détachent très facilement. Celles-ci sont volumineuses (22-32 × 16-36 μ), ovoïdes ou le plus souvent en forme de citron, à contenu incolore, granuleux. Elles germent très facilement en donnant des zoospores ; plus rarement de Bary a observé la production d'un filament et exceptionnellement d'une conidie secondaire. Le filament issu de la zoospore (ou directement de la conidie) pénètre la plante.

Normalement *les conidiophores ne se forment pas sur les tubercules* ; mais si l'on coupe une Pomme de terre et qu'on la place à l'humidité, on voit *apparaître sur le bord des taches* brunes un gazon blanc de conidiophores, surtout si l'attaque est encore récente et si les parties tuées par le *Phytophthora* ne sont pas déjà envahies par des Bactéries ou des Champignons.

L'infection des tubercules n'est possible que quand ils sont encore jeunes et recouverts d'un périderme mince. Jensen a montré qu'elle s'accomplit au moyen des conidies tombées sur le sol humide et entraînées par les eaux de pluie à une certaine profondeur ; mais les tubercules restent indemnes s'ils sont recouverts d'une couche de plus de 10 centimètres de terre.

La découverte des œufs de *Phytophthora infestans* dans les tissus malades avait été annoncée à plusieurs reprises, notamment par W. G. Smith ; mais les mycologues, suivant l'opinion de de Bary, pensaient qu'ils appartenaient non au *Phyto-*

phthora, mais à un saprophyte, le *Pythium vexans* de Bary. Cependant Clinton a montré que le *Phytophthora infestans* était capable de former des œufs en cultures pures ; mais il semble bien que ce mode de reproduction soit rare et qu'en règle générale la maladie se transmette d'une année à l'autre par le mycélium qui hiverne dans les tubercules.

Le *Phytophthora infestans* a pu être cultivé artificiellement (Matruchot et Molliard), non seulement sur des tranches de Pomme de terre vivante et autres milieux vivants, mais aussi sur des milieux morts et même purement artificiels. Il semble même que le Champignon puisse se développer en saprophyte dans le sol sous forme mycélienne et fructifie sur les particules terreuses (Mlle de Bruynes).

Il est vraisemblable que cette vie saprophytique dans le sol puisse permettre au parasite de se perpétuer d'une année à l'autre, et d'attaquer des Pommes de terre plantées sur un sol infesté antérieurement ; cela expliquerait, sans avoir recours au mycoplasme d'Eriksson, l'apparition du mildiou observé par plusieurs auteurs dans des conditions où le mycélium n'a pu hiverner dans les tubercules.

Les pertes causées par le « Mildiou de la Pomme de terre » sont variables suivant les années ; elles sont parfois considérables et peuvent aller jusqu'à l'anéantissement de la récolte. Nous allons passer en revue les principaux facteurs qui agissent sur l'intensité du mal.

La température a une action très nette sur le développement du Champignon ; tandis qu'aux basses températures de l'hiver le *Phytophthora* ne croît que d'une façon insensible sans toutefois être atteint dans sa vitalité, son développement est arrêté complètement à 36°, et à des températures supérieures il est tué plus ou moins rapidement, par exemple en quatre heures à 40°. L'optimum de croissance se trouve réalisé vers 30°, et cette condition est réalisée pendant les mois d'été (juillet et août) ; en effet, c'est à cette époque que le Mildiou prend dans les cultures une grande extension, pourvu que le temps soit humide.

L'humidité agit très nettement sur le développement du *Phytophthora ;* elle est indispensable à la germination, les zoo-

spores ne se forment que dans les gouttes d'eau qui recouvrent les feuilles. Et, si la température est favorable et le temps humide, l'extension du Champignon se fait avec une rapidité extraordinaire ; de Bary a montré que les fructifications peuvent apparaître sur des feuilles où des spores ont été semées depuis cinq jours seulement.

Les diverses variétés de Pomme de terre sont inégalement sensibles à la maladie ; mais aucune d'elles ne paraît complètement réfractaire, d'autant que le pouvoir de résistance de certaines variétés peut s'atténuer et même disparaître complètement sous des conditions encore inconnues. Les variétés les moins atteintes paraissent être *Magnum Bonum*, *Géante Bleue*, *Richter's Imperator*, etc., et surtout quelques variétés récentes, telles que *Professeur Woltmann*, *Schultz-Lupitz* Les Pommes de terre précoces sont moins gravement atteintes, car la maladie ne prend un grand développement qu'à une époque où les pieds sont déjà assez rapprochés de leur maturité pour que la destruction, même complète, du feuillage ait peu d'influence sur la récolte ; d'ailleurs, les tubercules déjà bien formés et munis d'un liège épais sont moins facilement atteints que des tubercules plus jeunes.

D'un autre côté, les variétés potagères sont plus sensibles que les Pommes de terre industrielles, fait reconnu depuis longtemps par les cultivateurs et qui, comme l'a montré Laurent, est la conséquence de la composition chimique des tubercules et surtout de la plus grande quantité de matières azotées que renferment les Pommes de terre potagères.

De cette influence de la composition chimique, on peut rapprocher l'action du sol et des engrais ; il est certain que, dans les terres riches en azote ou abondamment pourvues d'engrais azotés, les tubercules sont plus atteints que dans les sols où l'on a apporté une forte dose de phosphate et de potasse. C'est là une indication précieuse pour le traitement.

D'où vient le Mildiou de la Pomme de terre ? Il est certain qu'il a été importé de l'Amérique du Sud, de la région des Andes, pays d'origine de la Pomme de terre. Jensen a émis une hypothèse ingénieuse et assez vraisemblable sur le mode d'introduction de la maladie : jadis les tubercules importés

en Europe n'arrivaient qu'après un temps assez long et avaient dû, en traversant des régions très chaudes, subir des températures suffisantes pour détruire le mycélium du *Phytophthora* à l'intérieur des tubercules sans tuer ceux-ci. Mais, avec la rapidité croissante des communications et les progrès réalisés dans l'aménagement des navires, ces conditions ont été complètement modifiées, ce qui a permis l'introduction en Europe (et de même aux États-Unis) de tubercules n'ayant pas été en quelque sorte désinfectés pendant le voyage.

Le *Phytophthora infestans* attaque aussi très fréquemment les Tomates, qui de ce fait subissent des dommages très graves. Sur les feuilles, la lésion rappelle beaucoup celle qu'on observe sur la Pomme de terre. Le fruits, également atteints, montrent des taches brunes et pourrissent ; le mycélium qu'ils contiennent est pourvu de suçoirs, comme dans les tubercules de la Pomme de terre.

Traitement. — La transmission de la maladie d'une année à l'autre s'accomplit en règle générale par le mycélium persistant l'hiver dans les tubercules. Ces tubercules ont pu être infectés soit pendant le cours de la végétation, soit à l'arrachage par contact avec des fanes malades. On conçoit dès lors l'importance que présente la plantation de tubercules parfaitement indemnes de toute altération ; les tubercules de semence doivent être sélectionnés très attentivement ; choisis dès la récolte, ils seront conservés à part à une température peu élevée (tout en évitant la gelée) et dans un local sec ; l'action de la lumière ne peut qu'être avantageuse.

Jensen a conseillé la stérilisation des tubercules par chauffage pendant quatre heures au moins à 40° ; il ne semble pas qu'en pratique on ait avantage à effectuer cette opération délicate et assez coûteuse.

Malgré la plantation de tubercules sains, la maladie peut être importée par les conidies provenant de cultures malades, d'où la nécessité d'un traitement préventif. Or l'action des sels de cuivre est très nette sur le *Phytophthora*. L'emploi de la bouillie bordelaise, indiquée d'abord par Jouet en 1885 pour le traitement du Mildiou de la Tomate, a fait l'objet de recherches précises de la part de Prillieux (1888), Aimé Girard

(1888-1889), etc. ; ces essais ont montré une très sensible différence entre les parcelles traitées et celles qui ne l'avaient pas été. Souvent non seulement le nombre des tubercules sains, mais aussi le poids total de la récolte est augmenté, car le feuillage restant indemne permet une meilleure nutrition de la plante. Cependant certains observateurs ont constaté que les traitements cupriques avaient parfois une action défavorable sur la végétation de la plante, surtout sur les variétés tardives, sans qu'on ait une explication satisfaisante de ces irrégularités. Quoi qu'il en soit, le traitement est efficace, et on doit de préférence employer les bouillies sucrées, plus adhérentes.

La première pulvérisation devra être effectuée vers le milieu de juin et sera suivie, s'il y a lieu, d'autres traitements en nombre variable et plus ou moins rapprochés suivant l'humidité de la saison.

Les essais d'immunisation tentés par Laurent par culture sur sol contenant du sulfate de cuivre ou trempage des tubercules dans des solutions de ce sel, n'ont pas donné à cet auteur des résultats susceptibles d'applications pratiques.

Jensen avait proposé le buttage pour éviter la contamination des tubercules ; ceux-ci ne peuvent être attaqués, en effet, *s'ils sont recouverts de plus de 10 centimètres de terre*. Mais cette opération, bien qu'efficace, a pour effet de nuire à la végétation de la Pomme de terre et de diminuer sensiblement le rendement ; aussi a-t-elle été abandonnée devant les meilleurs résultats obtenus au moyen des bouillies cupriques.

Enfin certaines précautions culturales doivent être observées : assolement d'au moins trois ans ; cultiver de préférence la Pomme de terre dans des sols profonds et meubles ; ne pas forcer la dose d'engrais azotés ; veiller au contraire à ce que la terre soit bien pourvue de phosphate et surtout de potasse, qui, d'ailleurs, est un élément particulièrement favorable au développement de la Pomme de terre. Enfin, dans un champ où la maladie a sévi, il est avantageux de n'arracher les tubercules qu'après avoir, quelques jours auparavant, coupé les fanes, les avoir transportées hors du champ et brûlées si

possible ; cette précaution, utile surtout si le temps est humide, empêchera l'infection des tubercules par les conidies formées sur les feuilles.

Phytophthora erythroseptica Pethybr. — Cette espèce, très voisine du *P. infestans*, attaque les tubercules de la Pomme de terre dont la chair, exposée à l'air, prend une teinte rose, puis noire. La pourriture qui est la conséquence de l'altération peut causer de grands dommages, comme le cas s'est produit en Angleterre, en Irlande et en Hollande.

Phytophthora omnivora de Bary (pl. VI, fig. 9-12). — Nous réunissons sous ce nom un certain nombre de formes voisines signalées sur les feuilles, les tiges et les semis de végétaux variés.

C'est ainsi qu'on a observé l'envahissement des feuilles ou de la tige de plantes de grande culture (Sarrasin), de plantes potagères (Piment), ou d'ornement (*Cleome*, *Schizanthus*, Calcéolaire, etc., et surtout plantes grasses telles que les *Cereus* et les Joubarbes). Une forme voisine a été reconnue comme capable de se développer sur les fruits (Pommes et Poires) en Allemagne où Osterwalder l'a trouvée sur des fruits tombés ou placés dans des conditions d'humidité excessive, en Belgique (E. Marchal), en Suisse, en Bohême (Bubak) où elle envahit aussi les fruits jeunes.

Klebahn a distingué sous le nom de *Phytophthora Syringæ* un Champignon présentant les mêmes caractères généraux que les précédents et s'attaquent au Lilas dont il détruit les jeunes pousses et les bourgeons.

Enfin un *Phytophthora* (*P. Fagi* Hartig) attaque quelquefois les semis des arbres forestiers : Érable, Frêne, Robinier, Pin, Sapin, Mélèze, et surtout Hêtre ; il produit des taches noires sur la tige et surtout les cotylédons qui se dessèchent ou pourrissent, couverts d'un fin duvet blanc ; la jeune plante meurt.

Toutes ces formes sont très voisines, mais doivent être réparties en plusieurs espèces ; on peut ainsi distinguer *P. Cactorum* (Cohn et Lebert) Sch. qui attaque les plantes grasses, *P. Syringæ* Kleb. du Lilas, *P. Fagi* Hart., ainsi que des espèces spéciales aux plantes tropicales, telles que

P. Faberi Maubl. (Cacaoyer, Cocotier, etc...), *P. palmivora* Butl. (Palmiers), etc...

Le *P. omnivora* est donc une espèce collective, dans laquelle sont réunies à côté de quelques formes actuellement bien définies d'autres (sur fruits et diverses plantes) dont l'étude est encore incomplète.

Le mycélium est formé de filaments ramifiés, intercellulaires, pourvus de petits suçoirs globuleux ; parfois (*P. Fagi*), il présente de nombreuses fausses cloisons de callose.

La reproduction se fait par conidies et par œufs. Les conidiophores sortent par les stomates ou en passant entre les cellules épidermiques et perforant la cuticule. Ils sont courts, restent simples, se terminent par une conidie bientôt rejetée sur le côté par le développement d'une seconde spore ; il ne se forme pas de renflements comme dans le *Phytophthora infestans*, et le nombre des conidies reste généralement limité à deux. Elles sont volumineuses, en forme de poire ou de citron. Suivant le cas, elles germent par productions d'un conidiophore, par plusieurs filaments ou par zoospores qui peuvent se développer à l'intérieur même de la spore-mère.

Les œufs, qui chez certaines formes se forment abondamment dans les tissus, sont globuleux, lisses ; la putréfaction de l'organe où ils ont pris naissance les met en liberté. Dans le sol, ils peuvent persister trois à quatre ans sans perdre leur faculté germinative ; ils germent par production d'un ou plusieurs filaments conidiophores.

Le *Phytophthora Fagi* paraît assez peu répandu, mais il peut devenir dangereux pour les semis d'arbres forestiers, surtout de Hêtre, quand ces semis sont serrés et que le temps est humide. Hartig conseille de ne pas consacrer aux semis des terres où la maladie a sévi, et, en cas d'apparition du parasite, d'arracher les plants malades et de diminuer l'humidité.

Genre **Blepharospora** Petri.

Ce genre, créé par Petri pour l'unique espèce *Blepharospora cambivora*, parasite du Châtaignier, est très voisin, au moins

morphologiquement, des *Phytophthora* du groupe *omnivora* auxquels il serait peut-être plus logique de le réunir.

Blepharospora cambivora Petri. — Depuis longtemps déjà, dans la plupart des régions où le Châtaignier est régulièrement exploité pour la production du fruit, les agriculteurs se plaignent d'une maladie qui attaque ces arbres et les fait périr. En France, cette maladie est qualifiée simplement *maladie des Châtaigniers* ou quelquefois *maladie de l'encre*, à cause du brunissement que prennent les racines au contact de l'air ; elle existe surtout dans la Bretagne, le Poitou, le Limousin, le Plateau Central, les Cévennes, es Pyrénées ; on la trouve également répandue en Corse, en Italie, en Espagne, en Portugal, etc.

La maladie sévit sur tous les sols, mais son évolution est, en général, plus rapide dans les terrains humides et imperméables que dans les sols secs, où les arbres peuvent résister avant de mourir.

Extérieurement, les arbres envahis se caractérisent à une certaine distance par le dessèchement des rameaux à partir de leur extrémité. Les feuilles, de dimension plus réduite, n'ont plus cette teinte brillante, d'un vert un peu sombre, qu'on voit sur les Châtaigniers sains ; elles sont d'un vert pâle, un peu jaunâtre, et il n'est pas rare de les voir tomber dès le mois d'août. Cette végétation languissante ne permet pas le développement normal des fruits. Ces phénomènes s'accentuent chaque année jusqu'à la mort définitive de l'arbre.

Dans les racines tuées, aussi bien qu'au collet et à la base du tronc, les tissus subissent rapidement une pourriture humide sous l'action d'organismes variés ; l'écorce se détache facilement du bois et les blessures laissent exsuder des écoulements noirs, riches en tannin, d'où le nom de maladie de l'encre.

Des causes très diverses, parasitaires ou non (appauvrissement du sol, action du froid), ont été invoquées pour expliquer la maladie des Châtaigniers ; ainsi Planchon faisait intervenir le parasitisme d'un Agaric (*Armillariella mellea*), de Seynes celui de *Torula exitiosa*, Cornu l'influence du froid ; pour

Briosi et Farnetti il s'agirait d'une sphériacée du genre *Melanconis* (*M. modonia* ou *perniciosa*), parasite réel du Châtaignier, mais sans relation avec la maladie actuelle. D'autres auteurs ont dirigé leurs recherches sur les fines radicelles, qui se montrent normalement dans leur partie superficielle imprégnées d'un lacis mycélien (mycorhizes) ; c'est ainsi que la maladie serait due pour Mangin à un Champignon voisin des Péronosporacées, le *Mycelophagus Castaneæ*, qui pénétrerait et détruirait les mycorhizes, tandis que Delacroix attribuait le mal aux Champignons mêmes de la mycorhize qui, normalement symbiotiques, deviendraient dans des conditions mal définies (appauvrissement du sol ?) parasites des radicelles et les détruiraient.

La question a été élucidée grâce aux travaux de L. Petri, qui, à la suite d'une longue série d'études, montra que l'infection primaire se produisait sur la partie supérieure des grosses racines et au niveau du collet et y aboutissait à la destruction du cambium ; ces premiers stades de l'infection sont, au moins chez les gros arbres, difficiles à mettre en évidence, car ils ne se traduisent par des symptômes visibles que plus tard, alors que des parasites secondaires et des saprophytes ont apparu et sont venus masquer le vrai parasite. Celui, *Blepharospora cambivora*, se montre au début formé de filaments mycéliens, inter et intracellulaires, localisés dans la région cambiale qu'ils détruisent ; il progresse irrégulièrement, de façon plus ou moins rapide, et peut parfois être arrêté dans son extension tant par la réaction de la plante (liège) que par la concurrence des organismes variés qui s'établissent dans les tissus altérés.

En général, au début d'une attaque le parasite se développe rapidement; au cours des années suivantes il se répand formant tache d'huile et envahissant les arbres voisins ; ces taches s'étendent d'ailleurs peu, mais des taches secondaires se montrent aux environs. L'évolution est plus ou moins rapide suivant les conditions locales, notamment la nature du terrain, l'imperméabilité du sous-sol, etc., et aussi suivant la vigueur des Châtaigniers.

Dans les tissus atteints le *Blepharospora* se présente sous

forme de filaments stériles, mais Petri a pu en obtenir des cultures sur divers milieux artificiels; sur des solutions purement minérales étendues, il a obtenu des fructifications sous formé de vésicules terminales en forme de citron ou de poire, très analogues aux sporanges des *Phytophthora* du groupe *omnivora* et capables comme eux de germer en zoospores. Des oospores ont été en outre rencontrées dans les tissus des plants en germination, elles sont formées par hétérogamie et semblables à celles de certains *Phytophthora*.

Des infections expérimentales ont été réalisées avec succès à plusieurs reprises par Petri à partir de cultures pures et sur des plantes à divers âges inoculées tant dans les parties souterraines qu'à la base de la tige.

Dans la nature le *Blepharospora* peut mener une vie saprophytique sur l'humus du sol et y fructifier en zoosporanges comme dans les cultures (alors qu'il ne donne jamais de tels organes dans les tissus) ; c'est là certainement l'origine des contaminations, les zoospores étant entraînées par les eaux.

La lutte directe contre la maladie des Châtaigniers ne peut guère être entreprise dans la pratique, bien que l'addition au sol d'antiseptiques (sulfate de fer, de cuivre, par exemple) puisse y détruire les germes du parasite. Par contre, des résultats très intéressants, encore à l'étude, ont été obtenus par la plantation de châtaigniers résistants, procédé déjà suggéré par Prunet. Les Châtaigniers japonais, en effet ne sont pas tués par le *Blepharospora* dont le développement est rapidement arrêté par la réaction des tissus (lames de liège) ; des essais datant déjà d'environ vingt ans montrent que certaines espèces au moins peuvent prospérer dans nos régions et résistent parfaitement plantées dans des taches où les arbres indigènes avaient succombé. On peut considérer comme certain que le problème de la reconstitution de nos Châtaigneraies sera résolu d'ici peu.

Genre **Plasmopara** Schroet.

Les *Plasmopara*, longtemps confondus avec les autres Péronosporacées sous le nom commun de *Peronospora*, se distinguent par le mode de germination des conidies et la structure

des conidiophores. Les conidies germent par zoospores, plus rarement par conidie secondaire (chez les *Peronospora* et *Bremia* elles produisent directement un filament). Les filaments sporangifères des *Plasmopara* sont ramifiés en grappe et présentent des rameaux secondaires sensiblement perpendiculaires au tronc principal avec ramuscules terminaux courts, fréquemment trifides. Le mycélium est pourvu de suçoirs arrondis ou ovoïdes.

Plasmopora viticola (Berkeley et Curtis) Berlese et de Toni (*Botrytis viticola* Berk. et Curt. ; *Peronospora viticola* de Bary) (pl. VII et VIII, fig. 1-3). — C'est à ce Champignon qu'est dû le *Mildiou de la Vigne*, maladie connue depuis longtemps en Amérique, son pays d'origine ; elle a été importée en Europe avec des cépages destinés au greffage des Vignes européennes lors de la crise phylloxérique. C'est à Coutras qu'en 1878 Planchon reconnut pour la première fois avec certitude l'existence du Mildiou en Europe sur des feuilles de Jacquez ; l'invasion, d'abord localisée dans le sud-ouest de la France, se répandit très rapidement, et, en trois à quatre ans, tout le vignoble de France et d'Algérie était atteint.

Le Mildiou attaque à la fois les feuilles, les jeunes rameaux, les fleurs et les fruits de la Vigne.

Sur les feuilles, le parasite se présente sous forme de taches irrégulières, jaunes, puis brunes, de la teinte des feuilles mortes, tantôt larges et diffuses, tantôt petites, anguleuses et très nombreuses; à la face inférieure apparaissent très rapidement es fructifications sous l'apparence d'une fine efflorescence blanche (1). Les taches grandissent et se multiplient avec rapidité et, quand l'attaque est intense, amènent la dessiccation complète et la chute du feuillage ; il en résulte un affaiblissement du cep, qui, dans les variétés sensibles, peut succomber à la suite de cinq ou six attaques successives. En tout cas, les grains, mal nourris, ne grossissent plus, restent acides et ne donnent qu'un vin de qualité inférieure ; ils sont de plus très

(1) Il faut se garder de confondre le mildiou avec l'*Érinose*, maladie peu grave, produite par un Acarien (*Eriophyes Vitis*), dans laquelle les feuilles présentent des cloques saillantes à la face supérieure et tapissées inférieurement d'un feutrage blanchâtre, puis jaune (poils modifiés sous l'action des piqûres de l'Acarien).

exposés à être grillés par le soleil. Les pétioles peuvent aussi être atteints et se dessécher, amenant la chute de la feuille.

Le *P. viticola* envahit parfois les jeunes rameaux et y produit des taches allongées, brunes, déprimées, suivies de la dessiccation des extrémités ; les rameaux aoûtés sont à l'abri de ses attaques.

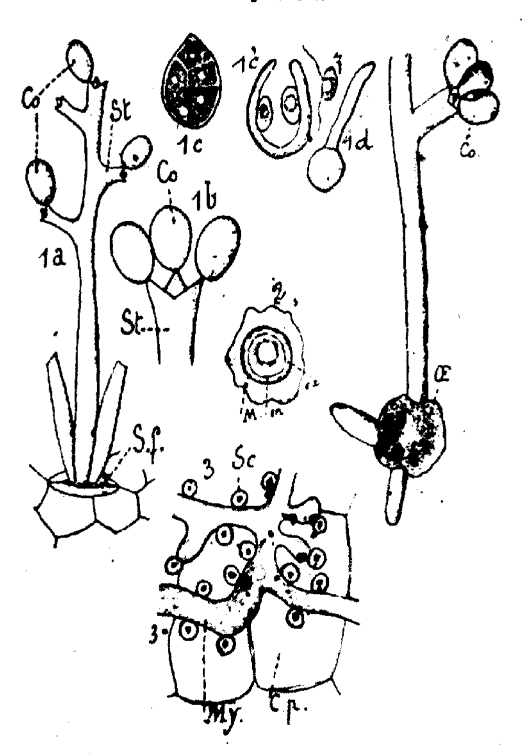
Les fleurs se couvrent d'une efflorescence blanche constituée par des fructifications ; il va sans dire que la coulure en est la conséquence. Cette forme de Mildiou a causé certaines années des dégâts considérables (1908-1910).

On a longtemps cru que le *P. viticola* n'attaquait par les raisins, et les Américains désignaient sous les noms de *grey rot* (rot gris) et de *brown rot* (rot brun) des altérations des grains qu'ils croyaient distinctes du Mildiou, mais qui en réalité sont dues à la pénétration du mycélium du Champignon. Les grains peuvent être atteints à tout âge : il y apparaît des taches livides et déprimées, tandis que tout le reste du grain brunit, se ride, finit par se dessécher et tomber. L'apparence varie d'ailleurs suivant l'âge des raisins au moment de l'attaque, et on avait distingué le *grey rot* des grains jeunes du *brown rot* qu'on observe aux environs de la véraison. Normalement le mycélium ne produit pas de fructifications sur les grains (absence de stomates), sauf parfois au niveau du pédicelle ou plus rarement dans les lacunes à l'intérieur même du grain (Prillieux). Les dégâts produits par le Mildiou de la grappe sont extrêmement importants ; on a vu parfois la récolte presque totalement détruite en l'espace de quelques jours, dans les étés pluvieux et chauds.

Le mycélium du *P. viticola* est formé de filaments continus, rameux, granuleux, de diamètre variable, qui circulent entre les cellules et y envoient de nombreux suçoirs sphériques. Dans les grains, où le mycélium est particulièrement net et facile à observer, il est plus irrégulier que dans les feuilles ; ses filaments sont souvent variqueux et parfois s'étalent à la surface des cellules en produisant des ramifications abondantes et disposées comme les barbes d'une plume ou en éventail ; c'est principalement au voisinage des pépins qu'on

Planche VII

Péronosporacées.



Plasmopara viticola. — 1, *a*, conidiophores sortant par l'ostiole d'un stomate *S. f.* : *St.*, stérigmate trifide au sommet, portant les conidies-sporanges, *Co* ; — *b*, l'extrémité d'un stérigmate fortement grossie ; — *c*, formation des zoospores par division du protoplasma de la conidie-sporange ; — *c'*, la conidie-sporange ouverte, les zoospores étant en partie expulsées ; *z*, une zoospore isolée avec ses deux cils ; — *d*, germination de la zoospore par filament. — 2, un œuf de *Plasmopara viticola* : *M*, membrane externe (membrane de l'oogone modifiée) : *ex.*, exospore ; *en.*, endospore. — 3, le mycélium dans la pulpe du Raisin : *Cp*, cellule de la pulpe ; *My*, filament mycélien intercellulaire ; *Sc.*, suçoirs. — 4, germination d'un œuf, par production d'arbuscule conidiophore (d'après Prillieux).

observe ces formes, qu'on a désignées sous le nom de *mycélium coralloïde*.

Les conidiophores sortent par touffes de quatre à cinq ou plus par les stomates ; ils sont dressés, simples dans leur tiers inférieur, puis présentant un certain nombre (trois à sept) de rameaux sensiblement perpendiculaires au tronc principal, ceux de la base ramifiés et plus longs que ceux du sommet qui restent courts et simples. Les conidies naissent à l'extrémité des ramifications ultimes, généralement au nombre de trois ; à mesure qu'elles se développent, le protoplasma s'y accumule et abandonne le conidiophore en s'isolant çà et là par des cloisons de callose.

Les conidiophores se forment très rapidement ; en une nuit, ils peuvent se développer et se couvrir de conidies.

Plus rarement, dans le Midi en arrière-saison, on observe des conidiophores courts, simples ou peu rameux, terminés par des conidies isolées, très volumineuses (*macroconidies*).

Les conidies se forment la nuit et sont mûres le matin. Elles sont ovales ou un peu piriformes, hyalines, remplies d'un protoplasma légèrement granuleux, de dimensions assez variables (17-30 × 12-25 μ). Elles germent par production de cinq à huit zoospores qui se forment rapidement (en une heure), nagent dans la goutte d'eau pendant une demi-heure, puis se fixent, perdent leur cil et émettent un filament qui pénètre la feuille en s'introduisant par l'ostiole d'un stomate. Rarement quelques conidies germent directement par filament ou épanchent au dehors leur protoplasma, qui s'entoure d'une membrane et émet un filament.

Les œufs se forment dans les parties à demi desséchées des feuilles, réunis par groupes nombreux entre les cellules et enveloppés par la membrane persistante de l'ogone. Ils sont globuleux, légèrement jaunâtres et mesurant 30 μ de diamètre en moyenne. On les a observés plus rarement dans les grains

La germination des œufs paraît s'effectuer suivant des modes variés. Richon, Fréchou, Farlow, Viala ont vu le protoplasma de l'œuf se diviser en un certain nombre de petites masses qui, mises en liberté par rupture de la paroi sont semblables aux zoospores nées dans les conidies et se

comportent sans doute de la même façon. D'après Prillieux, l'œuf peut donner naissance à un filament conidiophore analogue à ceux qui naissent sur les feuilles. Enfin un troisième mode de développement a été découverte par Ravaz et Verge en France, et par Gregory aux États-Unis : l'œuf contenu dans une feuille desséchée, émet un filament qui circule dans le tissu de la feuille, puis débouche à l'extérieur où il produit une conidie volumineuse qui se détache et se divise en un nombre très grand de zoospores.

C'est par l'intermédiaire des œufs que le Mildiou se transmet d'une année à l'autre : les zoospores qu'ils produisent directement ou par l'intermédiaire de conidies infectent les feuilles, sans qu'on sache exactement comment elles y sont amenées ; on a incriminé les escargots comme capables de porter sur les feuilles les germes du Mildiou ; il est également probable que les gouttes de pluie font rejaillir sur les feuilles basses des traces de terre contenant des œufs ou des zoospores. Cette première invasion apparaît à des époques variables suivant les années, en juin ou juillet, souvent plus tôt.

La date d'apparition du Mildiou tient surtout aux conditions météorologiques et le Champignon ne prend un grand développement que si une température chaude (20 à 25°) coïncide avec une grande humidité ; ce n'est pas tant l'état hygrométrique de l'air que le dépôt sur les feuilles de gouttelettes d'eau qui entre en cause. La première invasion peut être peu grave, car la sécheresse arrête complètement le développement de la maladie ; mais pour peu que les conditions redeviennent favorables au parasite, celui-ci rentre en végétation. En somme, le Mildiou procède par invasions, qui coïncident avec des périodes à la fois chaudes et humides.

Cependant tout dépôt de gouttelettes d'eau sur les feuilles n'amène pas forcément une contamination ; il faut encore que la Vigne soit en *état de réceptivité*, d'après Capus cet état n'est acquis que quand la chute de pluie coïncide avec un abaissement de la température.

Entre le moment où le filament issu d'une zoospore a pénétré la feuille (infection) et celui où la tache apparaît extérieurement, il s'écoule un certain temps, et la connais-

sance de cette *période d'incubation* est d'importance capitale pour le traitement, car celui-ci, étant préventif, doit précéder l'infection. Millardet, opérant en espace clos, avait attribué une durée de dix jours à la période d'incubation ; cette durée serait en général trop courte, selon Cazaux-Cazalet et Capus, qui concluent de leurs expériences qu'en Gironde la période d'incubation, d'autant plus longue que la température est plus basse, peut varier de dix jours en juillet jusqu'à vingt et vingt-cinq jours en mai.

Tous les cépages sont susceptibles d'être envahis par le *Plasmopara viticola ;* aucun n'est complètement indemne de la maladie et, d'autre part, pour un cépage donné, la résistance au Mildiou peut notablement varier, de sorte qu'il est difficile de classer d'une façon précise les cépages suivant leur résistance. Cependant on peut considérer comme particulièrement sensibles au Mildiou les variétés suivantes : Carignane Grenache, Malbec, Chasselas, Frankenthal, etc. ; au contraire certaines Vignes américaines (*Vitis riparia, rupestris, Berlandieri*) résistent bien mieux, ainsi que les producteurs directs (Noah, hybrides Couderc et Seibel).

De plus, on a observé le *Plasmopara viticola* sur d'autres Ampélidées (*Ampelopsis hederacea*, divers *Cissus*).

Traitement. — Les observations faites vers 1884, tant en Bourgogne que dans le Bordelais, mirent sur la voie d'un traitement efficace ; elles montraient que les sels de cuivre avaient une action nettement défavorable au développement de la maladie. Nous n'avons pas à revenir ici sur la confection des diverses bouillies cupriques et sur leur mode d'action.

L'efficacité des sels cupriques (bouillies diverses, verdet) est hors de doute et les insuccès parfois constatés ne sont dus qu'à l'exécution trop tardive de la pulvérisation qui n'a, on le sait, qu'une action purement préventive.

C'est le premier traitement qui présente le plus d'importance ; son but est, en effet, d'empêcher la contamination due à la germination des œufs, d'éviter la formation des premières taches, origine des invasions suivantes. L'époque de ce traitement varie naturellement suivant les régions et les climats et l'on admettait jusqu'à ces dernières années qu'il suffisait

de pulvériser les vignobles le 15 mai en Algérie, vers la fin de mai dans le Midi, un peu plus tard dans les régions du Centre et du Nord. Mais les invasions précoces observées en 1908, et surtout en 1910, ont montré que ces époques sont souvent trop tardives ; le Mildiou a, en effet, apparu dès le début de juin même dans les régions du Nord, ce qui correspondait à une époque d'infection pouvant remonter au 10 ou 15 mai, si l'on admet les données de Cazeaux-Cazalet et Capus. Il est donc prudent de sulfater dans la première quinzaine de mai.

Quant au deuxième traitement, il faut l'effectuer environ un mois après le premier, et il devra être suivi de traitements supplémentaires, effectués à des intervalles plus ou moins rapprochés suivant les conditions d'humidité et de température, sans que la dernière pulvérisation précède la vendange de moins d'un mois. On conçoit que ce ne soit que des indications absolument générales, susceptibles de modifications dans chaque cas particulier. Il est d'ailleurs très utile de déterminer avec précision la date opportune des traitements ; en effet, un sulfatage fait à un moment inopportun est inutile ; si, au contraire, on laisse passer sans traiter la période de contamination, on s'expose à voir la récolte détruite. Les stations d'avertissement fonctionnant dans les grandes régions viticoles préviennent les viticulteurs des moments où des contaminations sont à craindre.

Les poudres cupriques (sulfostéatite, etc.) ont été souvent conseillées pour le traitement combiné du Mildiou et de l'Oïdium ; elles ont l'avantage de s'épandre avec plus de facilité que les bouillies, mais leur adhérence est moins grande et, contre le Mildiou, elles ne peuvent guère servir que de traitement complémentaire. Si, certaines années peu favorables au développement du Champignon, leur action peut être suffisante pour l'enrayer, en cas d'invasions graves elles sont certainement insuffisantes ; elles ont cependant sur les bouillies l'avantage d'adhérer à la surface lisse des grains et peuvent rendre des services pour la protection des grappes.

Beaucoup de substances diverses ont été conseillées comme succédanées de bouillies cupriques ; la plupart n'ont plus qu'un intérêt historique.

Pour les treilles, l'emploi d'abris a donné de bons résultats comme moyen complémentaire de traitement ; ils agissent en protégeant la Vigne contre le refroidissement nocturne et en supprimant ainsi la production de rosée si favorable à la germination des conidies.

Plasmopora nivea (Unger) Schr. — Ce *Plasmopara* attaque un grand nombre d'Ombellifères et notamment l'Angélique, le Cerfeuil, la Carotte, le Persil, le Panais, etc. Les taches qu'il forme sur les feuilles sont jaunes, puis fauves, s'étendent peu et se couvrent d'un velouté constitué par les filaments fructifères. Ceux-ci sortent par les stomates ; ils sont simples ou bifurqués et émettent vers leur sommet des rameaux courts, étalés, les inférieurs un peu rameux ; les dernières bifurcations portent des conidies elliptiques (25-32 × 12-22 μ), germant par zoospores. De Bary a observé que ces zoospores, une fois fixées, émettent un filament qui pénètre dans la feuille par un stomate et, dans la chambre sous-stomatique, se renfle en une vésicule ; celle-ci produit alors un rameau qui pénètre dans une cellule épidermique et y forme un suçoir volumineux ; puis le filament issu de la zoospore émet des ramifications qui circulent entre les cellules de la feuille en y enfonçant de petits suçoirs globuleux.

Les œufs sont globuleux, à membrane jaune et lisse.

Genre **Peronoplasmopora** Clinton.

Les *Peronoplasmopara* (*Pseudoperonospora* Rostowzew) sont intermédiaires entre les *Peronospora* et les *Plasmopora ;* ils se rapprochent, en effet, des premiers par le mode de ramification de leurs conidiophores, mais leurs conidies germent par zoospores comme celles des *Plasmopora*. A ce type se rattachent les expèces suivantes :

Peronoplasmopora cubensis (Berk. et Curt.) Humphrey. — Ce Mildiou qui attaque en Amérique les feuilles d'un grand nombre de Cucurbitacées, a été récemment observé en Europe sur les Melons, d'abord en Russie par Rostowzew (1902), puis en Autriche et en Hongrie, où il s'est répandu (Linhart, Hecke, etc.), en Italie, en Hollande, etc. Les feuilles attaquées

présentent des taches jaunâtres, qui se couvrent à la face inférieure d'un duvet gris ou un peu violacé ; elles finissent par se dessécher. Les fruits ne sont pas atteints, mais se développent mal.

Les sels de cuivre sont très actifs contre le Mildiou des Melons, et le traitement est efficace avec des bouillies bordelaises faibles (1 p. 100 de sulfate de cuivre).

Peronoplasmopora Humuli Miyabe et Takahashi. — Ce Mildiou, d'abord signalé au Japon, a été récemment constaté en France sur le Houblon, notamment en Bourgogne, où il cause quelques dégâts sur certaines variétés.

Genre **Peronospora** Corda.

Les conidies des *Peronospora* germent par production directe d'un filament et par là se distinguent de celles des genres précédents. De plus les filaments fructifères, issus par les stomates, se ramifient par bifurcations successives, et les rameaux terminaux, droits ou souvent arqués, sont divisés en deux stérigmates aigus et inégaux. Le mycélium, intercellulaire et dépourvu de cloisons, est muni de suçoirs le plus souvent ramifiés. Quant aux œufs, ils ne diffèrent pas sensiblement de ceux des *Plasmopora*.

Le nombre de *Peronospora* est assez grand, d'autant que les travaux récents de Gaumann ont montré que beaucoup d'espèces anciennes étaient en réalité des groupes de formes voisines par leurs caractères morphologiques, mais cependant distinctes (notamment par la dimension et la forme des conidies). Il est certain, en outre, que les *Peronospora* sont étroitement spécialisés.

Peronospora Schleideni Unger (*Mildiou de l'Oignon*) (pl. VIII, fig. 8). — Cette espèce attaque les cultures d'Oignon et d'Ail ; les pieds envahis jaunissent et ne se développent pas ; leurs feuilles portent des taches jaunâtres, qui se couvrent de fructifications d'un violet sale. Les conidiophores, épais et robustes, sont quatre à six fois divisés et se terminent par des stérigmates trapus ; les conidies sont grandes (42-55 × 20-27 μ), ovales ou piriformes, colorées en violacé. Les œufs se rencontrent dans les taches desséchées ; ils sont arrondis et munis d'une membrane mince.

Le Mildiou de l'Oignon prend parfois un grand développement dans les cultures et cause d'importants dégâts en tuant les jeunes plants.

Fréquemment les parties tuées par le *Peronospora* se couvrent d'une moisissure noire, *Macrosporium parasiticum* Thüm., qui d'ailleurs peut parfois devenir parasite, mais qui, dans la majorité des cas, ne fait qu'achever la destruction des tissus tués par le *Peronospora*.

Peronospora Schachtii Fückel (*Mildiou de la Betterave*) (pl. VIII, fig. 4-7). — Ce *Peronospora* attaque les feuilles jeunes du cœur de la Betterave et en arrête complètement le développement ; il les déforme, les rend épaisses et cassantes et les couvre, surtout en dessous, d'un revêtement violacé ; en même temps la feuille pâlit, se décolore.

Les conidiophores sont sept à huit fois divisés, à rameaux terminaux bifurqués en deux stérigmates aigus, inégaux, presque perpendiculaires entre eux ; les conidies sont largement elliptiques, d'un gris pâle. Les œufs, découverts par Prillieux dans les feuilles desséchées, ressemblent à ceux du *Plasmopara viticola ;* leur membrane est épaisse et brune. C'est par les feuilles pourvues d'œufs et portées au fumier que la maladie se transmet d'une année à l'autre.

Les dégâts causés par le Mildiou de la Betterave sont importants dans les années humides ; si les plantes ne sont pas tuées, les racines restent petites et pauvres en sucre.

Traitement. — 1° Ne pas porter au fumier les feuilles malades ;

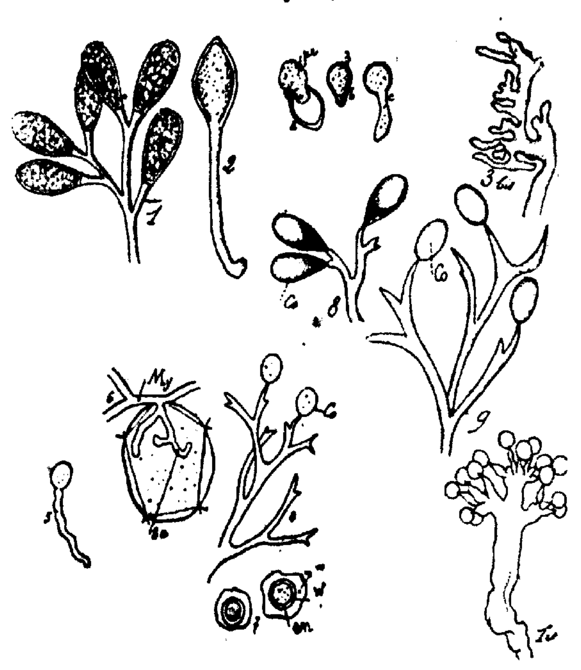
2° Ne pas négliger une alternance sévère de cultures.

Peronospora Spinaciæ Laubert (*Mildiou de l'Epinard*) (pl. VIII, fig. 9). — Cette espèce attaque les Épinards dont les feuilles, déformées et enroulées, se couvrent d'un duvet blanc, puis gris ou violet, comme dans les espèces précédentes. Les conidiophores portent des conidies elliptiques ; les œufs ont une membrane brune ornée de crêtes saillantes formant un réseau lâche à leur surface.

Des espèces très voisines, longtemps réunies sous le nom collectif de *Peronospora effusa* (Grev.), se trouvent sur des Chénopodiacées sauvages, *Chenopodium* et *Atriplex*.

Planche VIII

Péronosporacées.



Plasmopara viticola. — 1, macroconidies. — 2, germination directe d'une conidie par un filament. — 3, germination d'une conidie a par émission du protoplasma *Pr.* et formation d'une conidie secondaire *b*, qui elle-même germe par filament c (d'après Viala). — 3 *bis*, mycélium coralloïde.

Peronospora Schachtii. — 4, conidiophore. — 5, germination d'une conidie. — 6, mycélium *My* et suçoir *Su.* — 7, œufs.

Peronospora Schleideni. — 8, extrémité d'un conidiophore.

Peronospora Spinaciae. — 9, extrémité d'un conidiophore.

Sclerospora graminicola. — 10, un conidiophore (d'après Berlese).

Peronospora Trifoliorum de Bary et **Viciæ** (Berk.) de Bary. — Sous ces deux noms on désigne habituellement des *Peronospora* qui recouvrent d'un duvet blanc ou gris violacé les feuilles de diverses Légumineuses ; les œufs, d'ailleurs inconnus sur beaucoup de supports, sont arrondis et lisses chez le premier, ornés d'un réseau saillant chez le deuxième.

En réalité, il s'agit de groupements d'espèces distinctes, hautement spécialisées, parmi lesquelles on a distingué les suivantes qui s'attaquent à des espèces cultivées : *Peronospora pratensis* Syd. (sur *Trifolium pratense* et peut-être *incarnatum*), *P. Trifolii-repentis* Syd. (sur le Trèfle rampant) ; *æstivalis* (sur la Luzerne) ; *P. Lotorum* Syd. sur le Lotier ; *P. Viciæ-sativæ* Gäum. (sur la Vesce cultivée) ; *P. Pisi* Syd. (sur le Pois) ; *P. Lentis* Gäum. (sur la Lentille), etc..., sans compter les formes nombreuses spéciales à des Légumineuses sauvages.

On ne connaît pas de moyens pratiques de s'opposer au développement de ces mildious ; il faut faucher de suite les cultures atteintes.

Peronospora arborescens (Berk.) de Bary. — Il envahit diverses espèces de Pavot et peut causer des dégâts dans les cultures d'Œillette ; les feuilles sont déformées et se couvrent d'un velouté blanc, puis d'un violet sale.

Les conidiophores sont très ramifiés, à rameaux flexueux et enchevêtrés les uns dans les autres ; les conidies sont presque globuleuses ; les œufs se forment très abondamment et d'une façon précoce.

Peronospora sparsa Berk. (*Mildiou du Rosier*). — Ce *Peronospora* forme sur les feuilles et les sépales des Rosiers cultivés de petites taches entourées d'une auréole brune et portant à la face inférieure un velouté blanc, peu abondant et peu visible. Les conidiophores sont grêles, rameux, à stérigmates allongés.

Cette espèce semble rare en France.

Peronospora parasitica (Pers.) Tul. — C'est encore une espèce collective à qui on réunissait tous les *Peronospora* qui attaquent les feuilles, pétioles, tiges et inflorescences des Crucifères, très souvent associés à *Cystopus candidus ;* les parties tteintes, hypertrophiées et déformées, se couvrent d'un épais

duvet blanc. En réalité, il existe de nombreuses espèces voisines, beaucoup sans intérêt agricole, les autres spéciales à certaines plantes cultivées, par exemple : *P. Arabidis-alpinæ* Gäum. (sur la Corbeille d'argent). *P. Brassicæ* Gäum. (sur les Choux, les Navets, les Radis et les *Sinapis*), *P. Cheiranthi* Gäum (sur la Giroflée), etc...

Nous signalerons simplement les espèces suivantes :

Peronospora Dipsaci Tul., sur les feuilles des *Dipsacus* (Chardon à foulon) ;

P. cannabina Otth, rencontré en Italie et en Suisse sur les feuilles du Chanvre ;

P. Jaapiana Magn. sur la Rhubarbe;

P. Valerianellæ Fuck. sur les Valérianelles (Mâche) ;

P. Vincæ Schroet. sur la Pervenche ;

P. Fragariæ Roze et Cornu sur le Fraisier ;

P. Harioti Gäum. sur *Buddleia*.

Un *Peronospora* encore mal spécifié a été signalé en Bretagne par Ducomet sur le Sarrasin dont les feuilles et les jeunes tiges jaunissent et se ratatinent ; il paraît très voisin du *Peronospora Polygoni* Thüm (sur divers *Polygonum*).

Genre **Sclerospora** Schroet.

Voisins des *Plasmopora* par la germination en zoospores des conidies, les *Sclerospora*, s'en distinguent très nettement par leur conidiophores (pl. VIII, fig. 10) courts, trapus, ne portant qu'un petit nombre de ramifications et disparaissant vite, et par la membrane épaissie et brune de leurs oogones. Le mycélium est pourvu de suçoirs arrondis.

Les *Sclerospora* sont presque tous parasites des Graminées.

Sclerospora macrospora Saccardo. — Cugini et Traverso ont signalé cette espèce en Italie comme un parasite grave du Maïs, sur lequel elle provoque des déformations et surtout la virescence des inflorescences mâles. C'est une espèce qui paraît assez fréquente dans cette région (Severino, etc.) et qui attaque non seulement le Maïs, mais l'Orge, l'Avoine et diverses Graminées sauvages.

Il faut rapporter à la même espèce le *Sclerospora* signalé dans la même région sur le Blé par Peglion, sous le nom de *S. graminicola;* les Blés attaqués présentent également des déformations ; leurs épis, souvent vivipares, restent plus ou moins enfermés dans les feuilles supérieures hypertrophiées.

En France la maladie est rare et n'a été signalée que de Saône-et-Loire par Arnaud ; le parasite provoquait un dessèchement du limbe des feuilles et un arrêt de développement des épis qui ne pouvaient se dégager des graines foliaires séchées et durcies.

Le *Sclerospora macrospora* ne produit pas de conidiophores ; ses œufs sont très volumineux (50 à 60 μ), agglomérés en groupes denses et mis en liberté par la rupture de l'épiderme sous forme d'une poussière noire.

On ne connait pas de traitement pratique contre cette maladie qui ne sévit que dans les parcelles très humides.

Genre **Bremia** Regel.

Le genre *Bremia*, par le mode de ramification de ses conidiophores et la germination par filament de ses conidies, se rapproche des *Peronospora*, mais il en est bien distinct par ses suçoirs simples, piriformes, et surtout par ses conidiophores dont les extrémités sporifères sont renflées en vésicule et portent deux à sept stérigmates.

Bremia Lactucæ Regel [(*Peronospora gangliformis* (Berk), de Bary] (pl. IX, fig. 1-2). — Ce Champignon est répandu sur les Salades, Laitue et Romaine, et produit une maladie connue sous le nom de « Meunier », grave surtout dans les châssis.

Le Meunier est commun sur les salades que l'on force sur couche, et c'est dans ces conditions qu'il est surtout à craindre. On voit les feuilles se couvrir à leur face inférieure d'efflorescences blanches, farineuses, formées de nombreux conidiophores. Ceux-ci, abondamment ramifiés (deux à six fois) dans leur tiers supérieur, ont leurs derniers rameaux, comme nous l'avons dit, renflés en vésicules ; les stérigmates, en nombre variable, sont disposés dans le plan médian du renflement et à sa face supé-

rieure; ils portent des conidies à peu près globuleuses. Les œufs, assez rarement observés (Mangin), sont arrondis, jaunâtres.

Des formes presque identiques morphologiquement se rencontrent sur bien d'autres Composées sauvages ou cultivées (Artichaut, Cinéraires, etc.) et constituent des espèces ou tout au moins des formes spécialisées distinctes de celle qui envahit les Laitues.

Traitement. — Les Salades cultivées sous châssis sont dans des conditions d'humidité particulièrement favorables au développement du Meunier ; aussi le traitement en est-il difficile. Les sels de cuivre, d'ailleurs inutilisables dans le cas présent où les plantes doivent être livrées à la consommation, sont sans influence suffisante sur le *Bremia*, dont les conidies échappent à l'action de doses faibles de cuivre par leur mode même de germination.

E. Marchal a tenté l'immunisation des Laitues en leur faisant absorber des solutions faibles de sels de cuivre ; mais les résultats réels qu'il a obtenus au laboratoire ne semblent pas susceptibles d'applications pratiques, car il y a un trop faible écart entre la dose minimum suffisante pour immuniser et la dose maximum compatible avec le développement normal de la Laitue.

On diminuera autant que possible l'intensité du mal en desserrant les pieds de Laitue, en ramassant et détruisant les débris de plantes malades (il ne faut pas les porter au fumier), en renouvelant la terre des couches avant de faire une nouvelle culture, et en désinfectant les châssis, par exemple, avec une solution de sulfate de cuivre (2 à 3 p. 100).

Enfin le *Bremia Lactucæ* est particulièrement sensible à l'action du froid, qui en arrête le développement ; aussi les abaissements nocturnes de température viennent-ils très souvent, au premier printemps, en aide aux horticulteurs dans la lutte contre le Meunier.

CYSTOPACÉES

Tandis que dans les deux familles précédentes les conidies naissent solitaires à l'extrémité des stérigmates, dans les Cys-

topacées elles forment des chapelets au sommet de courts conidiophores serrés les uns contre les autres et naissant sous l'épiderme. Le mycélium, pourvu de suçoirs vésiculeux, produit de nombreux rameaux dressés perpendiculairement à la surface de l'organe envahi et terminés par des chapelets de conidies ; sous la pression exercée par le développement de celles-ci, l'épiderme se rompt et laisse échapper une poussière blanche : d'où le nom de « Rouilles blanches » donné aux maladies produites par les Cystopacées.

Les conidies germent par zoospores. Les œufs se développent en une vésicule secondaire, qui se transforme en un zoosporange.

Les Cystopacées ne contiennent qu'un seul genre, le genre *Cystopus* (*Albugo*), dont les espèces suivantes sont les plus importantes.

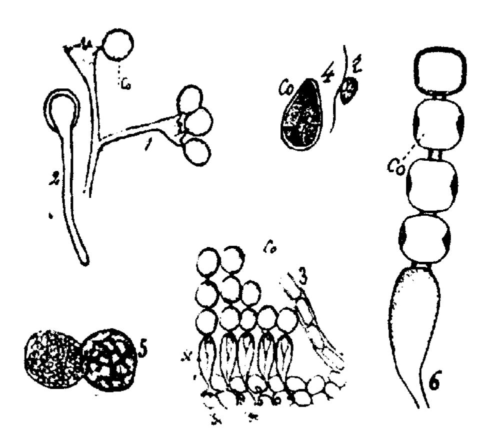
Cystopus candidus (Pers.) de Bary (pl. IX, fig. 3-5). — La « Rouille blanche des Crucifères » est très répandue sur beaucoup de plantes de cette famille, en particulier sur les Choux, Navets, Radis, Cameline, Cresson, etc. ; le Câprier peut aussi être atteint. Il existe très certainement des formes spécialisées. Toutes les parties de la plante sont susceptibles d'être envahies par le Champignon qui fructifie sur les feuilles, tiges, inflorescences, fleurs et fruits sous forme de petites pustules blanches formées par l'épiderme soulevé. Les parties atteintes, surtout les tiges, inflorescences et fleurs, sont très fréquemment déformées, hypertrophiées et plus ou moins contournées.

Les stérigmates du *Cystopus candidus* présentent une paroi très épaisse, surtout dans leur partie inférieure, où la cavité de la cellule est réduite à un étroit canal. Les conidies sont arrondies et hyalines, réunies entre elles par des disques de callose dont la liquéfaction désagrège le chapelet. Elles germent en produisant six à quinze zoospores à deux cils. Les œufs sont volumineux, jaunes ou brunâtres ; leur membrane est couverte de verrues épaisses, irrégulières, souvent en forme de crêtes allongées et flexueuses.

L'infection ne peut se réaliser que lorsque la plante est encore très jeune ; de Bary a montré que seuls les cotylédons pouvaient être pénétrés par le filament issu d'une zoospore

Planche IX

Péronosporacées.



Bremia Lactucæ. — 1, extrémité d'un conidiophore. — 2, germination de la conidie.

Cystopus candidus. — 3, coupe d'une feuille de Bourse-à-Pasteur portant les conidies *Co.*; *St*, stérigmate ; *Su*, suçoirs. — 4, une conidie *Co* en voie de germination ; *z.*, zoospore. — 5, germination de l'œuf.

Cystopus Tragopogonis. — 6, un conidiophore.

Aussi la « Rouille blanche des Crucifères » n'est-elle pas une maladie bien grave par suite de cette résistance absolue des plantes adultes.

Cystopus Tragopogonis (Persoon) Schrœter (*Cystopus cubicus* de Bary) (pl. IX, fig. 6). — Ce Champignon, qui est la cause de la « Rouille blanche des Composés », est surtout à redouter sur les Salsifis et les Scorsonères, dont il couvre les feuilles de pustules blanches, allongées, parallèles, souvent très nombreuses.

Les conidies sont de deux formes : celle qui termine le chapelet est presque globuleuse et munie d'une membrane épaissie uniformément, tandis que les autres sont légèrement cubiques, et leur membrane mince présente un épaississement suivant un anneau équatorial ; de plus, les conidies terminales restent stériles. Les œufs, colorés en brun foncé, présentent à leur surface un fin réseau et de petites papilles proéminentes.

La maladie est plus grave que la « Rouille blanche des Crucifères », car les plantes peuvent être attaquées à tous les stades de leur développement. Il faut ajouter que les bouillies cupriques sont à peu près inefficaces et en tout cas complètement insuffisantes pour enrayer le mal.

CHAPITRE III

BASIDIOMYCÈTES

Les Basidiomycètes sont caractérisés par la présence, à un moment donné, d'un organe uni ou pluricellulaire, la *baside*, qui produit des spores externes, les *basidiospores*.

Les recherches de Sappin-Trouffy, Dangeard, R. Maire et d'autres observateurs ont fourni de nombreux renseignements sur l'histoire de la cellule des Basidiomycètes. Le noyau végétatif est généralement très petit (2 à 3 μ), tandis que le noyau de la baside adulte atteint de 6 à 7 μ. Fréquemment les éléments sont binucléés et même plurinucléés.

C'est un filament à éléments binucléés qui, à son extrémité, donne naissance à la baside.

La division des deux noyaux d'une cellule, noyaux dont l'ensemble forme le *dikarion* de R. Maire, se fait simultanément, chacune des cellules filles recevant une moitié de chaque noyau de la cellule mère.

L'apparition des éléments à dikarion a lieu à des stades divers de l'évolution du Champignon et la première cellule binucléée résulte de la fusion de deux cellules différentes dont les protoplasmas se mélangent, mais dont les noyaux restent isolés et continuent à évoluer côte à côte ; et il en est ainsi jusqu'à la jeune baside.

Celle-ci renferme naturellement deux noyaux, mais bientôt ceux-ci s'unissent en un seul qui ensuite se divise généralement en deux, puis en quatre noyaux qui passent dans les basidiospores. A la première division du noyau unique de la baside, le nombre des chromosomes est le même que celui de chaque élément du dikarion ; il y a eu réduction chromatique.

Les Basidiomycètes présentent donc dans leur évolution

deux parties : un stade ou *haplophase* à éléments uninucléés depuis la baside jusqu'au moment où deux cellules mélangent leurs plasmas, et un stade ou *diplophase* à éléments binucléés de ce moment à la jeune baside. Si tout le monde s'accorde pour voir dans ces phénomènes une véritable reproduction sexuelle, leur interprétation a donné lieu à des controverses On admet généralement aujourd'hui que la fusion cellulaire qui aboutit à la formation du premier dikarion, correspond à la formation du stade à deux chromosomes chez les Phanérogames, tandis que la fusion des deux noyaux du dikarion dans la jeune baside n'est qu'un phénomène de réduction chromatique.

La baside mûre présente d'assez grandes variations sur lesquelles on a basé la classification des Basidiomycètes Nous distinguerons d'abord deux grand groupes :

1° Les *Hémibasidiomycètes* ou Basidiomycètes inférieurs, dont les basides ne sont pas typiques : peu différenciées, irrégulières et les basidiospores en nombre inconstant, parfois germant immédiatement sur place.

2° Les *Eubasidiomycètes* ou Basidiomycètes vrais, à basides typiques.

I. — HÉMIBASIDIOMYCÈTES.

Les Hémibasidiomycètes ne comprennent que l'ordre des **Ustilaginales**, parasites des plantes supérieures.

Le mode de développement de ces Champignons est très spécial : le mycélium pénètre dans la plante, souvent quand celle-ci est très jeune, et s'accroît en suivant l'évolution de son support sans que celui-ci paraisse souffrir de la présence dans ses tissus d'un organisme étranger. Il y a là une véritable symbiose qui se prolonge jusqu'à la fructification du parasite alors les filaments mycéliens se multiplient, forment un lacis à l'intérieur de l'organe envahi, puis se résolvent en sortes de kystes qu'on a longtemps considérés comme des spores ordinaires et que van Tieghem a très heureusement qualifiés du nom de *probasides*. C'est dans ces organes jeunes que se fait

la fusion des noyaux du dikarion ; puis la probaside se détache de son support, en attendant les conditions favorables à son développement ultérieur. L'exospore se déchire, laissant échapper la baside tapissée par l'endospore ; le noyau de la probaside passe dans la baside, y subit deux bipartitions successives. Chaque noyau passe ensuite dans une basidiospore qui apparaît comme un bourgeon sur la baside et qui est donc uniclééé. Souvent la baside s'est cloisonnée antérieurement, chaque cellule ne possédant qu'un noyau et produisant une basidiospore. Avant qu'on considérât ces Champignons comme des Basidiomycètes, Tulasne appelait la baside *promycélium* et la basidiospore *sporidie*, dénominations qui encore sont fréquemment usitées. Souvent les basidiospores ne se différencient pas et germent de suite sur place, en sorte que la probaside paraît germer directement en un filament ramifié.

L'évolution nucléaire des Ustilaginales est comparable à celle des autres Basidiomycètes : l'haplophase, qui débute dans la probaside jeune, est très réduite et le dikaryon se forme très rapidement ; ou bien les basidiospores uninucléées s'unissent deux à deux avant de germer en un mycélium à dikarions, ou bien chaque basidiospore germe isolément mais le filament devient binucléé par fusion de deux cellules voisines. Chez les espèces où les basidiospores ne se différencient pas, les cellules de la baside s'anastomosent deux à deux en un tube où les noyaux s'accolent et qui par son allongement produit directement un mycélium à dikarion (*Lutmann, Rawitscher*).

Certaines Ustilaginales, bien qu'adaptées au parasitisme, peuvent assez facilement s'accoutumer au saprophytisme et après culture devenir même incapables de reprendre leur vie parasitaire.

Leurs fructifications s'établissent dans des organes variés de la plante hospitalière, les fleurs, les fruits, les organes végétatifs (tiges, feuilles et même racines). Les probasides, plus fréquemment appelées spores, forment des amas le plus souvent noirs et remplacent généralement le tissu où s'est accomplie la fructification ; à cause de la couleur et de l'apparence de ces amas de spores, les maladies causées par les *Ustilaginales* sont appelées *Charbons* ou *Caries*.

Les Ustilaginales se divisent en deux familles :

Les USTILAGINACÉES dont la baside est cloisonnée transversalement et par suite les basidiospores latérales ; ce groupe ne renferme qu'un seul genre important au point de vue qui nous occupe, le genre *Ustilago* ;

Les TILLÉTIACÉES, à baside non cloisonnée et à basidiospores terminales, groupe souvent éloigné du précédent malgré de très grandes affinités. On y range les genres *Tilletia*, *Urocystis*, *Entyloma*, etc.

1° USTILAGINACÉES.

Genre **Ustilago** Pers.

C'est aux espèces de ce genre que sont dues les maladies plus spécialement désignées sous le nom de *Charbons*, et en particulier les Charbons des Céréales.

La fructification se fait souvent dans les inflorescences, mais aussi parfois dans les organes végétatifs de la plante. Les probasides ou spores sont brunes, arrondies ou à contours anguleux, isolées et se disséminent sous forme d'une poussière brun noirâtre.

Ustilago Maydis (D. C.) Corda (pl. X et XI). — Le « Charbon du Maïs » est une maladie très fréquente dans les cultures, où elle peut produire d'importants dommages.

Le mycélium provenant de la germination de la spore ne peut pénétrer dans la plante que dans une région encore jeune ; la fleur peut aussi être infectée directement par le Champignon qui y fructifie trois semaines après la pénétration.

Le mycélium, cloisonné, hyalin, ramifié, chemine entre les cellules et envoie dans leurs cavités des ramifications courtes, souvent contournées, de véritables suçoirs. Tant qu'il reste stérile, la plante ne semble guère souffrir de sa présence ; elle est même souvent plus verte et plus développée que les pieds sains. Les filaments mycéliens croissent en suivant le développement du Maïs : dans les parties inférieures, le protoplasma et le noyau y disparaissent, tandis qu'il s'accumule dans les portions les plus jeunes à végétation active.

Planche X

Ustilaginacées.



Ustilago Maydis. — 1, tumeur charbonneuse remplaçant un épi femelle. — 2, umeurs charbonneuses à la base d'un chaume.

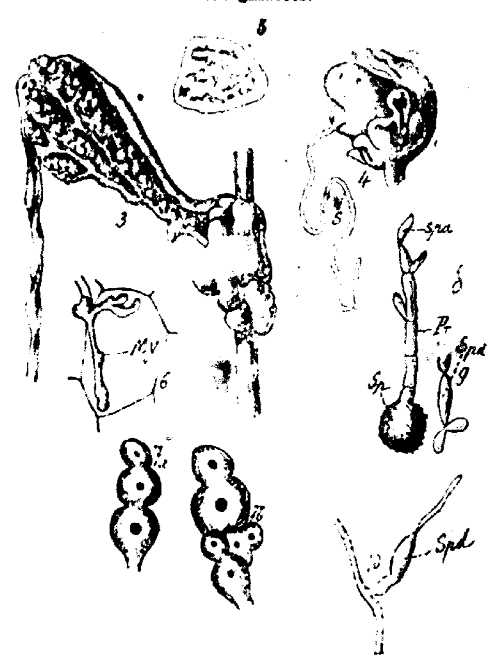
Le Maïs arrivé à l'état adulte, le Champignon fructifie ; alors apparaissent des hypertrophies de taille et de forme très variables. Sur les tiges, ces excroissances sont irrégulières, souvent plus grosses que le poing ; dans les inflorescences femelles, les glumes et les glumelles sont hypertrophiées autour de l'ovaire, qui est lui-même déformé ; le plus souvent seules quelques fleurs d'un épi sont ainsi modifiées, mais beaucoup de grains voisins ne se développent pas. On rencontre également des hypertrophies d'aspect plus ou moins analogue sur les feuilles, les bractées, les inflorescences mâles ; en somme, toutes les parties de la plante peuvent porter des tumeurs charbonneuses.

Là où se fait la fructification, la structure normale de l'organe s'altère et disparaît, remplacée par un lacis de filaments mycéliens. Jeunes, les tumeurs charbonneuses sont intérieurement à peu près blanches avec des veines grises, puis noires, qui s'étendent de plus en plus ; elles arrivent à constituer une masse homogène noire, qui, en se desséchant, devient pulvérulente et est formée uniquement de spores. Les filaments destinés à la formation de ces spores se gonflent surtout vers leurs extrémités, leur paroi augmente d'épaisseur, se gélifie, et la cavité interne du filament se trouve sensiblement réduite. L'hypertrophie n'est d'ailleurs pas régulière, de sorte que le filament montre successivement des portions étroites et des portions renflées, où la membrane est plus fortement gélifiée, la cavité interne plus dilatée ; ces renflements, rudiments des spores, acquièrent une paroi propre, d'abord mince, hyaline, qui bientôt se dédouble en endospore incolore et exospore épaisse, brune, munie de fines aspérités à la surface. Les spores mûres sont à peu près globuleuses et mesurent 8 à 12 μ de diamètre.

Elles ne peuvent germer aussitôt leur maturité et ne se développent qu'au printemps suivant, après une période de repos. Ce développement a été observé d'abord par Tulasne, puis suivi avec soin par Brefeld. Pour l'obtenir, il est nécessaire de placer les spores à l'humidité et à une température douce. Au bout de quelques heures, l'exospore se fend et le boyau germinatif sort tapissé par l'endospore. Le noyau

Planche XI

Ustilaginacées.



Ustilago Maydis. — 3, tumeur charbonneuse sur une feuille et sur sa gaine. — 4, fleur femelle charbonnée et hypertrophiée, ainsi que les bractées ; *S*, style (grossi). — 5, coupe transversale de la même, au moment de la formation des spores (d'après Tulasne). — 6, mycélium, *My*, dans l'intérieur d'une cellule. — 7, *a* et *b*, mode de formation des spores (d'après Prillieux). — 8, germination de la spore, *Sp.*, dans l'eau ; *Pr.*, promycélium ; *Spd.*, sporidies naissant aux cloisons. — 9, sporidie se développant sous forme de levure dans un milieu nutritif. — 10, germination de la sporidie par un filament dans l'air humide (d'après Brefeld).

émigre avec le protoplasma dans le filament et s'y divise un certain nombre de fois ; des cloisons transversales apparaissent (quatre ou cinq), puis le filament produit par bourgeonnement à son sommet et latéralement à la hauteur des cloisons de petits corps ovoïdes, uninucléés, sessiles. En somme, nous avons une baside pourvue d'un nombre indéterminé de basidiospores.

Les basidiospores ou sporides se détachent à maturité de la baside ; elles peuvent germer de suite tant dans l'eau que dans divers milieux nutritifs (décoction de fumier, par exemple) ; dans l'eau, elles produisent un filament germinatif capable de perforer la cuticule du Maïs. Dans les milieux nutritifs, la baside prend plus de développement et donne de nombreuses sporidies, qui se multiplient activement, en bourgeonnant à la façon des levures (conidies-levures). Quand le milieu est épuisé, la multiplication cesse, et la conidie-levure, comme la basidiospore, germe par un filament capable d'infecter le Maïs, à la condition que la vie saprophytique n'ait pas duré trop longtemps. Sur milieu épuisé se forment aussi des sortes de chlamydospores par épaississement de la membrane de certaines conidies (R.Maire). Les formes bourgeonnantes sont aérobies et incapables de produire la fermentation alcoolique (Brefeld, Maire).

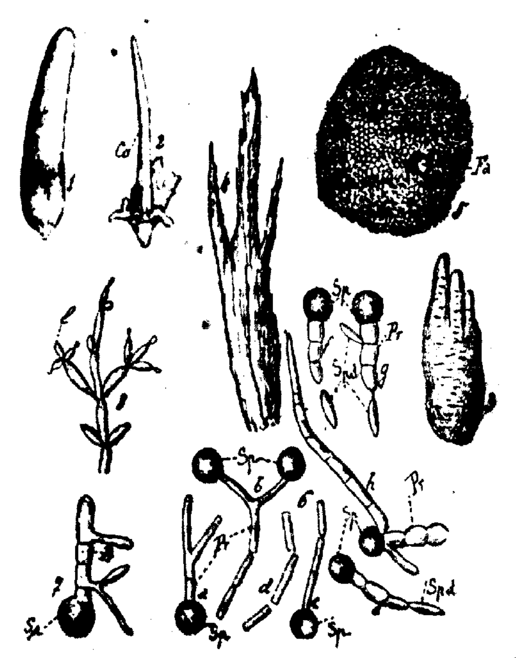
Le Maïs, beaucoup plus rarement, peut être attaqué par d'autres *Ustilago*, *U. Reiliana* Kühn, qui envahit les inflorescences, et *U. Fischeri* Pass., espèce encore incomplètement connue, à petites spores (4-6 μ).

Ustilago Panici-miliacei (Pers.) Wint. (*U. destruens* Schlecht.) (pl. XII, fig. 7-8). — Cette espèce, qui produit le charbon du Millet, n'attaque que l'inflorescence ; celle-ci, qui généralement reste enfermée dans la feuille supérieure, est totalement transformée en une masse noire, entourée au début d'une enveloppe blanchâtre ; à l'intérieur, on ne peut distinguer que les débris des parties ligneuses de la panicule au milieu de la masse des spores.

Les spores sont arrondies ou elliptiques, parfois un peu anguleuses, à membrane presque lisse. Elles germent dans l'eau sans donner de basidiospores, ou plutôt celles-ci germent

Planche XII

Ustilaginacées.



Ustilago Sorghi. — 1, une fleur attaquée (les glumes ont été enlevées). — 2, la même après l'expulsion des spores : *Co.*, columelle. — 3, autre apparence de fleur attaquée avec des digitations à son sommet. — 4, la columelle ramifiée de cette fleur. — 5, coupe d'une columelle ; *Fa.*, faisceau libéro-ligneux. — 6, germination des spores ; *Sp.*, spore ; *Pr.*, promycélium (baside) ; *Spd.*, sporidies (d'après Prillieux).

Ustilago Panici-miliacei. — 7, germination d'une spore dans l'eau. — 8, germination dans un liquide nutritif ; *l*, conidies-levures (d'après Brefeld).

sur place aussitôt formées. Dans les milieux nutritifs, il se produit des conidies-levures.

Ustilago Sorghi (Link) Pass. (pl. XII, fig. 1-6). — Ce charbon attaque les divers Sorghos ; toutes les fleurs d'une inflorescence sont transformées en un corps cylindrique, dépassant les glumes ; celui-ci, entouré d'une membrane blanchâtre qui se déchire à maturité, renferme les spores du Champignon et porte en son centre une petite colonne dressée, simple, beaucoup plus rarement ramifiée ; sa structure permet de la considérer non comme appartenant au Champignon mais comme une petite tige de Sorgho développée au fond de l'ovaire sous l'action du parasite. Les spores arrondies, lisses, germent sans donner de basidiospores ; mais le filament se sépare en articles cylindriques (Prillieux).

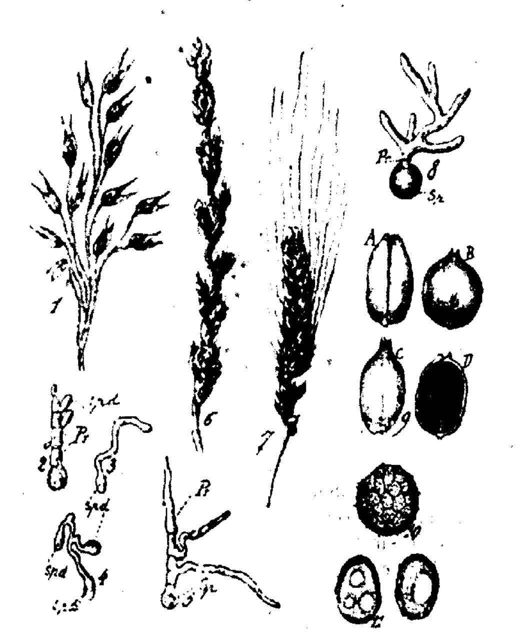
Ustilago cruenta Kühn. — Cette espèce attaque également le Sorgho et envahit les rameaux de l'inflorescence, qu'elle couvre de petites tumeurs charbonneuses d'un brun rougeâtre.

Les Charbons qui transforment en une poussière noire les fleurs du Blé, de l'Avoine, de l'Orge et de quelques Graminées sauvages étaient confondus sous la dénomination d'*Ustilago segetum ;* les recherches de Brefeld, Jensen, Rostrup, etc., ont montré qu'en réalité il existait plusieurs espèces distinctes, très voisines par leurs caractères morphologiques.

Jusqu'à ces dernières années, on croyait que les Charbons des Céréales ne pouvaient pénétrer la plante hospitalière que quand celle-ci est très jeune. Il en est bien ainsi pour les Charbons de l'Avoine, de l'Orge (*Ustilago Hordei*), mais pour ceux du Blé, et de l'Orge distique (*Ustilago nuda*), les recherches presque simultanées de Brefeld et de Hecke ont montré que l'infection se fait dans les fleurs, qui, malgré la présence du Champignon, se développent normalement et donnent des graines fertiles ; les pieds provenant de la germination de celles-ci sont charbonnés, ce qui s'explique facilement, car on retrouve le mycélium de l'*Ustilago* dans l'embryon. D'après Brefeld, ce serait là le seul moyen de reproduction du Charbon du Blé, dont les spores sont incapables

Planche XIII

Ustilaginacées.



Ustilago Avenæ. — 1, panicule d'Avoine charbonnée. — 2, germination d'une spore dans l'air humide ; *Pr.*, promycélium ; *Spd.*, sporidie. — 3, germination d'une sporidie. — 4, germination de deux sporidies avec anastomose. — 5, germination d'une spore dans l'eau (fig. 2 à 5 d'après Brefeld).

Ustilago Tritici. — 6, épi de Blé charbonné.

Ustilago Hordei. — 7, épi d'Orge charbonné.

Ustilago nuda. — 8, germination d'une spore (d'après Brefeld).

Carie du Blé. — 9, *A.*, un grain de Blé sain. — *B.*, un grain de Blé carié par *Tilletia Tritici*; *C.*, un grain carié par *Tilletia levis*; *D*, le même en coupe. — 10, spore de *Tilletia Tritici*. — 11, spores de *Tilletia levis*.

d'infecter les jeunes pieds au moment de leur germination. C'est une indication très importante au point de vue du traitement des maladies charbonneuses.

Ustilago Avenæ (Pers.) Jensen (pl. XIII, fig. 1-5). — Il envahit les inflorescences de l'Avoine et détruit les étamines et l'ovaire, ainsi que les glumes et glumelles. Les spores, globuleuses ou un peu ovoïdes, sont très finement échinulées; elles germent en produisant une baside et des basidiospores; celles-ci se développent en un fin filament. En liquide nutritif, il se produit des conidies-levures.

L'infection se fait lors de la germination, et la plantule, dès qu'elle présente quatre feuilles, ne peut plus être pénétrée par le Champignon.

Ustilago levis (Keller et Sw.) Magnus. — Ce Charbon, qui se développe également sur l'Avoine, est bien voisin du précédent; cependant, les balles sont respectées autour de l'ovaire détruit; de plus, les spores sont complètement lisses. D'ailleurs la germination de celles-ci et le mode d'infection de la plante sont les mêmes pour les deux Charbons de l'Avoine.

Ustilago nuda (Jens.) Kellerm. (*Ustilago Hordei* Brefeld) (pl. XIII, fig. 8). — Les épis d'Orge attaqués par cette espèce sont totalement transformés en une poussière noire à la suite de la destruction des glumes et des glumelles. Les spores, dont la maturité coïncide avec la floraison, sont portées par le vent sur les fleurs, qu'elles infectent comme nous l'avons dit. Ces spores sont à peu près globuleuses, finement échinulées; à la germination, il ne se forme pas de basidiospores; la baside produit simplement des filaments.

Ustilago Hordei (Pers.) Kellerm. et Sw. (*U. Jensenii* Rostrup) (pl. XIII, fig. 7). — Ce Charbon est spécial à l'Orge distique; il diffère du précédent en ce que les glumes, les glumelles et même l'enveloppe du fruit sont épargnées autour de la masse de spores. Celles-ci germent par production de basidiospores et infectent la plante au moment de la germination.

Ustilago Tritici (Pers. Jensen (pl. XIII, fig. 6). — Cette espèce ressemble beaucoup à l'*Ustilago nuda* par son apparence extérieure, la germination de ses spores et le mode d'infection

de la plante ; la seule différence est que l'*Ustilago Tritici* est spécial au Blé et incapable d'infecter d'autres Céréales.

Parmi les Charbons des Graminées spontanées nous ne signalerons que l'*Ustilago perennans* Rostrup, très voisin de l'*Ustilago Avenæ*, mais qui n'attaque que l'Avoine élevée et dont le mycélium est vivace dans le rhizome de la plante hôte, et l'*Ustilago bromivora* Fish. de Wald., qui envahit les inflorescences de divers Bromes.

Parmi les *Ustilago* parasites de plantes autres que les Graminées, citons :

L'*Ustilago violacea* (Pers.) Fuck. (*U. antherarum* Fries), qui fructifie dans les anthères de diverses Caryophyllées (*Silene*, *Lychnis*, Saponaire, Œillet) ; ses spores, qui remplacent les grains de pollen (castration parasitaire), sont arrondies, violacées, et leur membrane porte un réseau saillant ;

L'*Ustilago Tragopogonis* (Pers.) Schrœt. qui détruit les inflorescences des Salsifis et Scorsonères ; ses spores sont également réticulées.

2° TILLÉTIACÉES.

Cette famille se sépare de la précédente par le mode de germination des probasides ; les basides ne sont pas cloisonnées et produisent à leur sommet un certain nombre de basidiospores.

Parmi les genres assez nombreux qui constituent cette tribu, nous ne signalerons que les suivants : *Tilletia*, *Urocystis*, *Entyloma*.

Genre Tilletia Tul.

Le genre *Tilletia* possède des spores simples, unicellulaires, à membrane épaisse, organisées comme celle des *Ustilago*, pouvant, suivant les espèces, se former dans des organes variés de la plante. Les basidiospores, qui se produisent en nombre variable au sommet de la baside, sont fusiformes et aiguës aux deux extrémités. Elles s'anastomosent fréquemment

par deux, poussant une branche transversale qui donne aux deux spores l'apparence d'un H (fécondation).

Le mode de formation des spores des *Tilletia* diffère aussi de celui que nous avons décrit pour les *Ustilago;* les rameaux fertiles du mycélium se divisent en rameaux courts, qui se renflent à leur extrémité en vésicules ; celles-ci se différencient ensuite en spores d'abord binucléées, puis à un seul noyau.

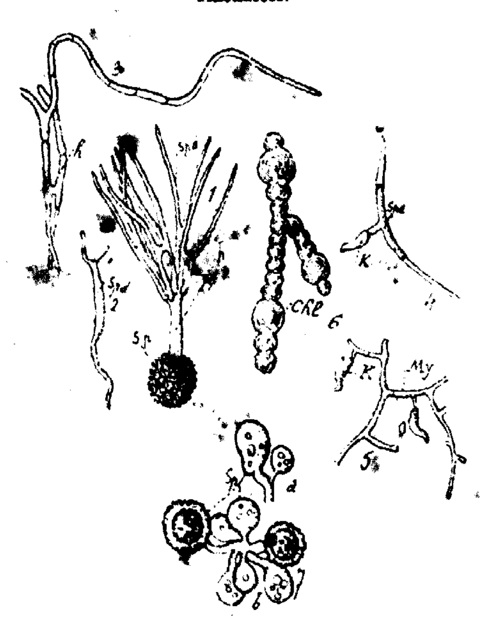
Tilletia Tritici (Bjerk.) Wint. (*T. Caries* Tul.) (pl. XIII, fig. 9 et 10 ; pl. XIV). — La Carie du Blé, maladie répandue dans nos régions, est moins apparente que le Charbon ; l'ovaire est détruit et le grain transformé en un sac grisâtre ou verdâtre, plus court, plus arrondi que le grain normal et rempli d'une poussière brune à odeur fétide. Mais ces grains cariés restent enveloppés dans les glumes et les glumelles, dont la structure n'est pas altérée. On peut cependant reconnaître les épis malades : la végétation des pieds qui les portent est plus vigoureuse ; après l'épiaison, tandis que les épis sains se penchent sous le poids des grains, les épis cariés restent droits ; de plus, leurs glumes et glumelles sont plus écartées qu'à l'état normal.

Le contenu des grains cariés est d'abord blanchâtre, puis il brunit quand les spores se différencient, et à maturité ces grains sont remplis d'une poussière brune uniquement formée de spores. Celles-ci sont brunes, arrondies (14-20 μ), à membrane épaisse et à surface ornée de crêtes limitant des alvéoles polygonaux.

La germination des spores se fait au bout de deux à quatre jours, et la baside produit cinq à douze sporidies allongées étroites, qui s'unissent deux à deux par une anastomose en H, puis germent, souvent par conidie secondaire. Les sporidies ne se forment que dans l'air ; aussi, dans l'eau, les basides s'allongent-elles jusqu'à la surface du liquide avant de fructifier. Dans les milieux nutritifs, les filaments issus de la germination des sporidies se développent abondamment tant à la surface que dans la profondeur du liquide de culture ; il se forme des sporidies secondaires, puis des chlamydospores disposées en longs chapelets et, comme les sporidies, capables d'infecter le Blé (Brefeld). Mais si la vie saprophytique est

Planche XIV

Tillétiacées.



Tilletia Tritici. — 1, germination de la spore ; *Spd.*, sporidies anastomosées en H (d'après Tulasne). — 2, germination d'une sporidie (basidiospore). — 3, couple de sporidies en germination. — 4, sporidie donnant une sporidie secondaire *K*. — 5, fragment de mycélium *My.* provenant de la germination d'un basidiospore dans un liquide nutritif et donnant des sporidies secondaires *K*. — 6, chlamydospores formées aux dépens du même mycélium dans l'eau (d'après Brefeld). — 7, *a* et *b*, formation des spores *Sp*

prolongée, la virulence diminue et peut même disparaître.

L'infection n'est possible qu'au moment de la germination. Elle peut s'accomplir par des spores restant attachées à la surface des grains, quand ceux-ci proviennent d'un champ qui avait déjà eu à souffrir de la carie. Les fumiers infectés sont aussi une cause de propagation de la maladie ; l'observation en a été faite depuis longtemps. Les conditions météorologiques influent nettement sur l'infection ; aux températures basses ou élevées (plus de 18°) la céréale possède sur le parasite une avance dans sa végétation qui lui permet d'échapper souvent à l'infection ; aux températures moyennes ([illegible]), les chances de contamination sont bien plus grandes [illegible].

Tilletia levis Kühn (pl. XIII, fig. 9, C et D, et fig. [illegible]). — Cette espèce, qui attaque aussi le Blé, mais plus rarement que la précédente, en diffère par ses spores irrégulières, globuleuses, elliptiques ou oblongues (14-23 × [illegible]), à épispore lisse, d'un brun pâle. Les grains envahis restent plus allongés que ceux qui présentent le *Tilletia Tritici*. Mais, en dehors de ces différences, le mode de développement de ces Champignons est fort semblable.

Tilletia Secalis (Corda) Kühn. — La carie du Seigle, bien moins fréquente que la carie du Blé, y ressemble beaucoup les spores sont très analogues à celles du *Tilletia Tritici*. Une espèce voisine, *Tilletia Pancicei* Bub. et Rass., a été signalée sur l'Orge, mais elle semble fort rare (Serbie).

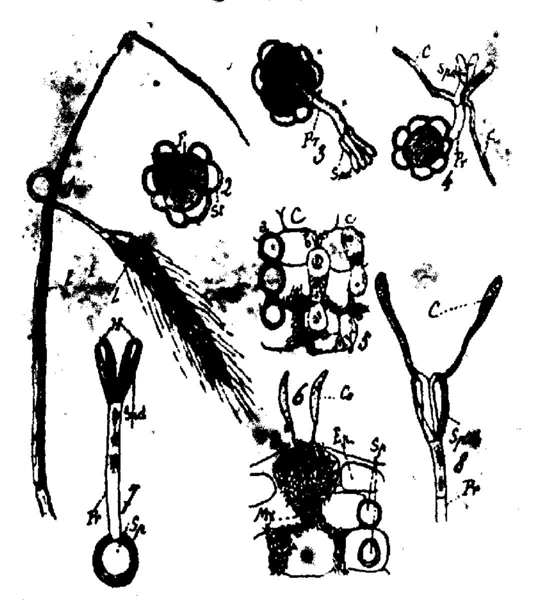
Genre **Urocystis** Rabenh.

Le genre *Urocystis* diffère du précédent par ses spores : une masse centrale formée de spores fertiles à paroi épaisse, colorée, est entourée de spores externes stériles, à paroi mince et hyaline. Leur mode de formation et de germination est analogue à celui des *Tilletia*. Les *Urocystis*, à l'encontre de ce qui se passe dans les genres précédents, n'attaquent que rarement les fruits ; ce sont les feuilles, les tiges et même les racines qui sont généralement le siège de la fructification.

Urocystis occulta (Wallr.) Rabenh. (pl. XV, fig. 1-3). Cette espèce attaque le Seigle. Les fructifications apparais-

Planche XV

Ustilaginées.



Urocystis occulta. — 1, Seigle portant des lignes noires *L* remplies des spores du champignon. — 2, une spore : *F*, cellules fertiles ; *St*, cellules stériles. — 3, germination de la spore ; *Pr.*, baside ; *Spd.*, sporidies.

Urocystis Cepulae. — 4, une spore en germination : les sporidies *Spd.* germent sur place par un tube *c*.

Entyloma Ranunculi. — 5, formation des spores : *a*, spores mûres ; *b*, en formation ; *c*, mycélium en voie de différenciation. — 6, coupe d'une feuille de Ficaire : mycélium *My.* produit des conidies *Co* et des spores *Sp.* ; *Ep.*, épiderme.

Entyloma microsporum. — 7, une spore *Sp.* en germination ; *Pr.*, baside ; *Spd.*, sporidies anastomosées en H. — 8, germination des sporidies sur place par sporidie secondaire *c* (d'après de Bary).

sent sous forme de lignes noires allongées sur les feuilles et leurs gaines, dans le chaume, parfois dans l'épi même. Ces lignes s'ouvrent en fente à maturité ; les spores sont mises en liberté sous forme d'une poussière noire. Elles présentant deux à trois cellules fertiles, entourées de cellules hyalines, plus petites. Les premières germent seules en produisant une baside terminée par deux à six sporidies, qui restent isolées et peuvent germer sur place par filament. L'infection se fait lors de la germination des grains de Seigle.

Une espèce voisine, l'*Urocystis Tritici* cause sur le Blé des dommages analogues en Australie et se répand actuellement aux États-Unis.

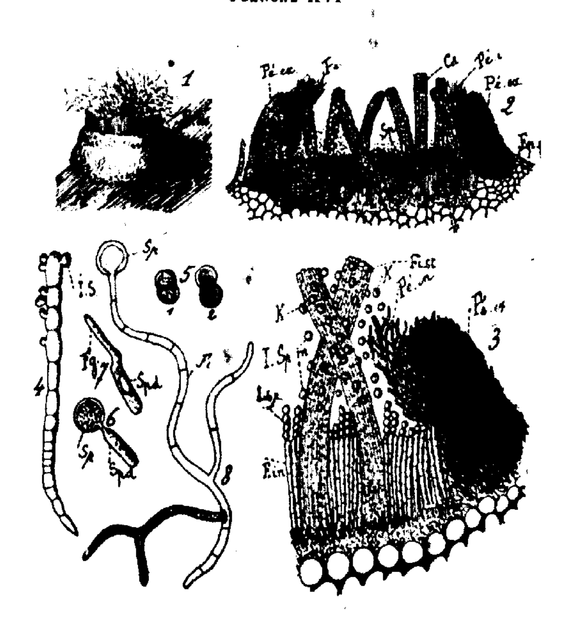
Urocystis Cepulæ Frost. (pl. XV, fig. 4). — Le Charbon de l'Oignon est très répandu en Amérique ; en France, où il a été signalé pour la première fois par Cornu, il est assez rare et ne cause pas en général de grands dégâts. Les fructifications apparaissent sur les feuilles, les graines et les tuniques externes du bulbe des jeunes pieds d'Oignon sous forme de lignes noires qui s'ouvrent par une fente longitudinale. Les pieds atteints cessent de se développer et meurent de bonne heure; dans les terrains frais, ils résistent plus longtemps, parfois jusqu'à la récolte, mais restent toujours petits. L'infection ne se fait qu'à la germination.

Les spores sont formées d'une seule cellule fertile entourée d'un nombre variable de cellules stériles hémisphériques. Chez cette espèce, d'après Thaxter et Whitehead, la baside porte des sporidies latérales (comme les *Ustilago*).

Urocystis Violæ (Sow.) Fisch. — Cette espèce attaque les Violettes, dont les tiges, les pétioles, les feuilles (généralement le long des nervures) portent de véritables galles allongées où se fait la fructification du parasite. Les cellules fertiles sont réunies au nombre de quatre à huit par glomérule.

L'*Urocystis Anemones* (Pers.) Schrœt. se comporte de façon analogue vis-à-vis diverses Renonculacées, par exemple les Anémones sauvages et cultivées, et produit de petites tumeurs sur les tiges, les pétioles et les nervures des feuilles

Planche XVI



Graphiola Phœnicis. — 1, une fructification grosse. — 2 et 3, la même en coupe *Ep.*, épiderme ; *Pé. ex.*, péridium externe ; *Pé. in.*, péridium interne ; *Fi, st.*, filaments stériles ; *F. in.*, filaments initiaux ; *I. sp.*, initiales des spores (divisées en deux en K). — 4, un filament initial donnant par bourgeonnement les initiales des spores *I. S.* — 5, division des initiales des spores en deux spores. — 6, germination de la spore *Sp.* par production d'une sporidie *Spd.* — 7, germination de la sporidie. — 8, germination directe de la spore *Sp.* par filament *Fi.*

Genre **Entyloma** de Bary.

Les *Entyloma* (pl. XV, fig. 5-8) sont caractérisés par leurs spores, qui naissent dans l'intérieur des tissus de la plante, soit sur le trajet, soit à l'extrémité de filaments mycéliens, auxquels elles restent adhérentes. Souvent on rencontre des formes conidiennes constituées par des conidies allongées, qui naissent au sommet de filaments à l'extérieur de la plante.

Les spores germent comme celles des *Tilletia*, les sporidies s'anastomosent deux à deux par leur sommet.

Les *Entyloma* sont loin d'avoir l'importance des *Ustilago* et *Tilletia*. Signalons seulement l'*Entyloma Calendulæ* (Oud.) de Bary, qui produit des taches pâles sur les feuilles du Souci et d'autres Composées, l'*Entyloma Ranunculi* (Bon.) Schrœt., fréquent sur les Renoncules, etc...

Genre **Graphiola** Poit.

On rattache aux Ustilaginales les *Graphiola*, dont une espèce, *G. Phœnicis* (Moug.) Poit. (pl. XVI) est répandue sur les feuilles des Palmiers (*Phœnix*, *Chamærops*) dans les serres et les appartements, aussi à l'air libre dans les pays chauds (sur le Dattier notamment). Les feuilles atteintes portent de petits conceptacles d'un vert noir, d'où s'échappent des filaments floconneux jaunes. Ces organes ont une membrane double, l'externe formée de filaments noirs serrés, l'interne à filaments moins colorés et plus lâches. Le fond du conceptacle, appliqué sur la feuille, est constitué d'un stroma d'où s'élèvent deux sortes d'organes : des colonnes stériles, très allongées (2 millimètres), formées de filaments parallèles, et des stérigmates serrés, parallèles, cloisonnés, qu'on a appelés *filaments initiaux*. A leur sommet ils produisent des corps en chapelet, arrondis, les *initiales de spores ;* celles-ci se divisent en deux cellules, qui se séparent et germent en produisant un court filament terminé par une conidie secondaire qu'on a comparée aux sporidies des Ustilaginales. Quelquefois la spore, en germant, produit un simple filament qui pénètre directement la feuille de Palmier.

On ne connaît pas de traitement contre cette maladie.

Traitement des Charbons et de la Carie.

Dès le début du XIXe siècle, Bénédict Prévost avait constaté que les Blés de semence trempés dans une solution de sulfate de cuivre produisaient des pieds sains, même quand ils étaient couverts de spores de Carie. Quoique vérifié par Mathieu de Dombasle, ce procédé ne passa pas dans le pratique, car les agronomes rejetaient l'emploi des sels de cuivre considérés comme très vénéneux et conseillaient un simple chaulage des grains ou un traitement au sulfate de soude suivi de chaulage ; mais les résultats obtenus étaient fort incertains. Ce n'est que vers le milieu du siècle dernier que le procédé au sulfate de cuivre commença à se répandre. Les travaux de Kühn précisèrent la formule à employer : il conseillait une solution à 5 p. 1000 dans laquelle les semences étaient immergées pendant douze à seize heures. Cette méthode donne de bons résultats, mais la longue immersion dans la solution cuprique est préjudiciable à la germination et même au développement ultérieur de la plante ; aussi est-il nécessaire d'augmenter la quantité de semence à employer.

Linhart a perfectionné le procédé de Kühn en préconisant une solution de sulfate de cuivre plus concentrée (1 p. 100), avec une immersion du grain d'une heure seulement suivie d'un lavage ; cette méthode est préférable à la précédente.

Actuellement, on préfère le procédé suivant, qui donne d'excellents résultats : une solution de sulfate de cuivre à 1 p. 100 est versée sur le Blé disposé en tas sur un sol dallé de préférence, tant que le Blé retient le liquide ; après un pelletage destiné à imprégner régulièrement le tas, on saupoudre avec de la chaux éteinte jusqu'à en recouvrir tous les grains, et on étale sur l'aire pour faire sécher en remuant fréquemment à la pelle.

En Californie on emploie un poudrage du grain avec du carbonate basique de cuivre sec (200 gr. par hectolitre), procédé pratique qui ne nuit pas à la germination.

L'action des sels de cuivre s'exerce avec beaucoup plus de sûreté sur les graines nues ; pour les semences vêtues

(Avoine, Orge), la pénétration se fait difficilement entre les balles où peuvent néanmoins se loger des spores.

Divers auteurs (Bolley et Swingle, Geuther, Arthur, etc.) ont préconisé l'emploi de l'aldéhyde formique, sous forme de la solution du commerce (formol) ; de nombreux essais ont montré que ce procédé donnait de bons résultats, tout en étant très économique, et présentait l'avantage d'avoir une action beaucoup plus complète sur les graines vêtues l'Avoine en particulier (le formol est volatil). Voici comment on peut procéder : on utilise une solution à 0,25 p. 100 de formol du commerce (250 grammes pour 100 litres d'eau), dans laquelle les graines sont trempées pendant une heure environ. On fait sécher ensuite sur une aire. Souvent les traitements du formol altèrent les grains et nuisent à la germination, par suite de formation de paraformaldéhyde très toxique. Il est préférable de semer de suite après le traitement.

En conçoit que tous les traitements précédents n'aient d'action que quand l'infection se fait lors de la germination (Charbon de l'Avoine, *Ustilago Hordei* et surtout Carie du Blé), et que les spores sont répandues sur les grains même à semer. Mais, sauf peut-être le traitement au sulfate de cuivre suivi de chaulage, traitement qui recouvre la graine d'un enduit cuprique, ils n'agissent pas contre les spores qui peuvent exister naturellement dans le sol ou qui y sont amenées par des fumiers contaminés ; c'est là un mode d'infection possible bien qu'on s'en soit souvent exagéré l'importance.

Par contre, pour les Charbons qui infectent la fleur (Charbon du Blé et *Ustilago nuda* de l'Orge), les traitements précédents, purement superficiels, n'agissent pas, puisque le mycélium du Champignon existe à l'intérieur même du grain. Jensen avait proposé une désinfection de la semence par la chaleur en la plongeant quelques instants dans de l'eau chauffée vers 50 à 55°. Ce procédé, le seul applicable en la circonstance, a donné des résultats satisfaisants, et Appel, par exemple, conseille de porter les grains pendant dix à vingt minutes soit dans de l'eau chaude (52 à 54°), soit dans l'air chaud (55 à 60°). On peut avantageusement soumettre au préalable le grain à un trempage de quatre heures dans de l'eau à 25°

environ. Le seul inconvénient de ce traitement c'est qu'il est d'une pratique un peu délicate et qu'une élévation de température un peu trop forte peut altérer ou même détruire le pouvoir germinatif des semences.

Pour éviter la propagation du Charbon du Blé et de l'*Ustilago nuda*, on peut également conseiller la récolte des épis charbonnés dès leur apparition, avant la dissémination des spores. C'est un procédé impraticable en grande culture, mais il peut être suivi quand les céréales sont cultivées en vue de la production des semences.

Ajoutons qu'il faut éviter de jeter aux fumiers les balayures de grenier pouvant renfermer des spores d'Ustilaginales ; pour beaucoup d'espèces, ces sporessont capables de se développer dans le fumier et plus tard d'infecter les jeunes Céréales. Il semble toutefois qu'on se soit exagéré ce danger ; dans le développement saprophytique qui se produit dans les milieux nutritifs comme le fumier, les Ustilaginales perdent rapidement leurs propriétés infectantes.

Enfin le choix des variétés résistantes s'impose ; mais on ne peut rien dire de général à ce sujet, cette résistance variant suivant les régions pour une même variété.

II. — EUBASIDIOMYCÈTES.

Les Eubasidiomycètes comprennent tous les Basidiomycètes à baside typique, continue ou cloisonnée.

On les divise en deux grands groupes : les *Protobasidiomycètes* à baside cloisonnée (pl. XVII, fig. 2, 5 et 6), et les *Autobasidiomycètes* à baside continue.

A. *Protobasidiomycètes.*

Ce groupe se divise d'après le mode de cloisonnement de la baside ; chez les uns, en effet, la baside est divisée longitudinalement par une ou deux cloisons en croix et les spores sont terminales (*Trémellales*, espèces saprophytes) ; chez les autres, elle est divisée transversalement avec spores latérales (pl.

XVII, fig. 2) ; c'est le cas des *Auriculariales* et des *Urédinales*.

Nous aurons à parler longuement des Urédinales, Champignons parasites des plantes supérieures chez lesquels la baside naît presque toujours, non directement sur le mycélium, mais sur une probaside analogue à celle des Hémibasidiomycètes. La formation de cet organe paraît en relation avec le parasitisme ; cependant, dans certaines Urédinées, il fait défaut (*Coleosporium*), tandis qu'il existe plus ou moins bien caractérisé chez quelques Auriculariales saprophytes, *Iola* et surtout certains *Septobasidium* (pl. XVII, fig. 5) qui marquent très nettement la transition avec les Urédinales par l'intermédiaire du *Zaghouania Phillyreæ* Pat. (pl. XVII, fig. 6).

Ajoutons que chez les Auriculariales la germination de la basidiospore s'accomplit par production de spore secondaire Pl. XVII, fig. 3-4) ; chez les Urédinales par filament.

Avant d'entrer dans l'examen des Urédinales, il nous faut dire quelques mots du genre *Helicobasidium*, la seule Auriculariale intéressante en pathologie.

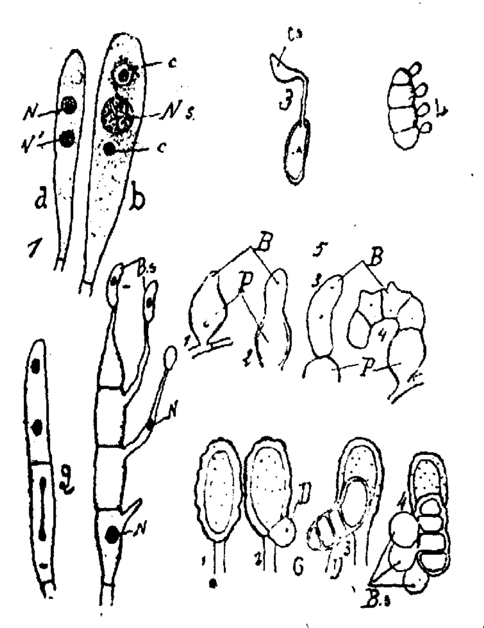
Helicobasidium purpureum Pat. — G. Boyer a étudié ce Champignon sur des Vignes du Vaucluse dont les racines, le tronc et la base des sarments présentaient des lames, houppes ou cordons d'une belle couleur rosée ou violacée, rappelant l'aspect du Rhizoctone de la Luzerne. Les fructifications se forment à la surface de ces organes et sont constituées par des basides plus ou moins courbées en crosse à leur sommet et cloisonnées transversalement ; les basidiospores sont ovoïdes, incolores. Les Vignes dépérissent et meurent rapidement ; mais il n'est nullement prouvé que ce soit là le fait de l'*Helicobasidium*, dont le mycélium est purement superficiel ; d'ailleurs la même espèce a été rencontrée sur d'autres plantes (*Asarum europæum*, Graminées, etc.), sur lesquelles elle ne vit pas en parasite.

URÉDINALES.

Les Urédinales, parasites nécessaires des Phanérogames et de quelques autres plantes vasculaires, produisent les maladies appelées communément *rouilles*, terme qui traduit la coloration jaune orangé qu'impriment le mycélium et le

PLANCHE XVII

Basidiomycètes.



1 basides jeunes du *Polyporus versicolor* : *a*, avant fusion des deux noyaux *N*. *N'* ; *b*, après leur fusion ; *c c'*, cœnosphères (amas de substance de réserve)? (d'après Dangeard).

2, baside d'*Auricularia mesenterica* : à gauche, à la fin de la division des noyaux ; à droite, baside adulte ; *Bs*, basidiospores ; *N*, noyaux

3, germination d'un basidiospore d'*Auricularia* par spore secondaire *C.s.*

4, germination d'un basidiospore de *Dacryomyces*.

5, la probaside *P* et la baside *B* de *Septobasidium pedicellatum* : stades successifs de développement.

6, téleutospore de *Zaghouania Phillyreae* : les stades successifs de développement de la baside *D* et des basidiospores *B.s.*

(Fig. 3, 4, 5 et 6 d'après Patouillard.)

spores de ces Champignons aux portions de plantes envahies.

Le mycélium est intercellulaire et envoie dans les éléments des prolongements de forme variable, des suçoirs, qui souvent se portent au voisinage du noyau et l'enserrent de leurs ramifications ; ce noyau, cependant, ne subit pas en général de changements notables ; c'est la cellule qui augmente fréquemment de volume. Ce mycélium est cloisonné et renferme un nombre variable de noyaux.

Généralement on trouve dans les cellules du mycélium des globules jaunes ou orangés renfermant une matière huileuse mélangée à une substance colorante jaune, un *lipochrome*, voisin de la carotine qui existe dans le pollen, la racine de Carotte, etc... ; c'est sans doute un carbure d'hydrogène.

Le mycélium des Urédinales reste le plus souvent localisé s'étend peu autour de l'endroit où a pénétré le filament germinatif dont il dérive.

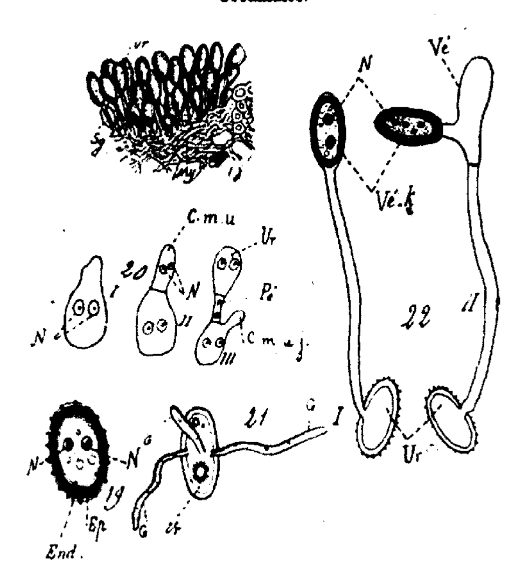
Les Urédinales présentent un luxe de fructifications conidiennes qu'on ne rencontre aussi variées chez aucun autre Basidiomycète. Ces fructifications, qui se succèdent toujours de façon régulière, peuvent se rencontrer soit toutes sur la même plante (on dit que le parasite est *autoïque*, qu'il y a *autœcie*), soit sur deux hôtes différents (le parasite est dit *hétéroïque*, il y a *hétérœcie*).

Étudions le développement d'une Urédinale typique, le *Puccinia graminis* Pers., qui cause une rouille fréquente sur les Céréales.

Une première forme produit sur le Blé et d'autres Graminées des taches orangées d'abord couvertes par l'épiderme, puis superficielles ; elles émettent alors une poussière de même couleur constituée par les urédospores. C'est la forme *Uredo* (pl. XVIII). Le mycélium qui lui donne naissance est formé de cellules à deux noyaux, dont les terminales produisent les urédospores. A cet effet, une de ces cellules bourgeonne latéralement, divise son dikarion et donne naissance à la cellule mère d'urédospore ; celle-ci se divise à son tour pour produire l'urédospore et son pédicelle, munis chacun de deux noyaux. L'urédospore ovoïde a deux membranes, épispore et endospore ; l'épispore, épaisse, incolore, est par-

Planche XVIII

Urédinales.



Puccinia graminis. — 18, coupe dans un réceptacle de l'urédo : *Ur.*, urédospores ; *Sg.*, stérigmates (d'après Prillieux). — 19, une urédospore : *N.*, les deux noyaux ; *End.*, endospore ; *Ep.*, épispore. — 20, divers stades (I, II, III) de la formation des urédospores de l'*Urompces Betæ* : *C.m.u.*, cellule mère de l'urédospore ; *Pé.*, pédicelle. — 21, germination d'une urédospore : *G.*, filaments germinatifs. — 22, germinations anormales d'urédospores. *Ur.*, par formation de vésicules, *Ve. K.* (chlamydospores) (d'après Sappin-Trouffy).

semée à sa surface de petites pointes et présente quatre pores germinatifs régulièrement espacées dans la zone équatoriale L'urédospore renferme de nombreux globules jaunes.

Sa germination se fait par production d'un nouveau mycélium, qui pénètre le tissu du Blé par un stomate et y produit de nouveaux urédos. Rarement le filament germinatif se termine par une chlamydospore à membrane épaisse (Sappin-Trouffy). L'urédospore de *Puccinia graminis* ne germe que sur Blé et autres Graminées.

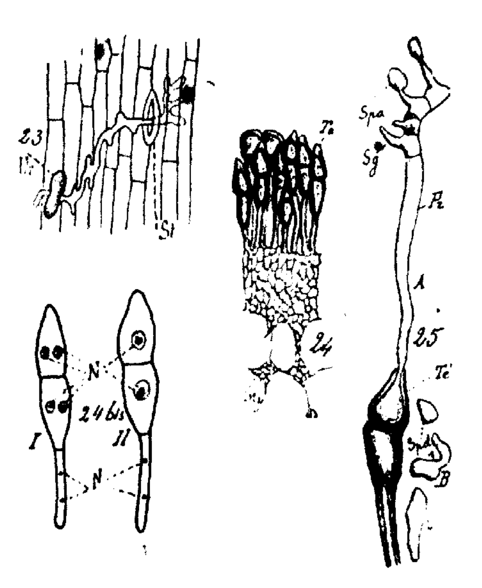
Lorsque la végétation de la plante hospitalière approche de son terme, des fructifications d'une forme nouvelle apparaissent dans les urédos, puis dans des sores spéciaux ; ces nouvelles spores prennent naissance comme les urédospores et sont à la fin bicellulaires ; ce sont les *téleutospores*, *téliospores* ou *probasides* (pl. XIX).

La téleutospore jeune possède dans chacune de ses cellules deux noyaux à deux chromosomes; puis ces noyaux se fusionnent. La membrane se différencie en une endospore mince et hyaline et une exospore épaisse et brune ; la téleutospore, devenue un kyste, passe à l'état de vie latente, et ce n'est qu'après une période plus ou moins longue que cet organe se met à végéter et donne naissance à la baside. Il se forme deux basides, une pour chaque cellule; chacune tapissée par l'endospore, sort à travers un pore germinatif. Le noyau unique de la probaside passe dans la baside, y subit deux bipartitions successives dans le sens longitudinal : la baside possède donc quatre noyaux, qui se séparent par des cloisons, et bientôt chaque cellule pousse un stérigmate qui se renfle à son sommet en une basidiospore arrondie ou un peu irrégulière. Le noyau de chaque cellule passe dans la basidiospore. Tulasne, avant qu'on ait reconnu la vraie nature de ces organes, appelait la baside cloisonnée *promycélium* et la basidiospore *sporidie*, noms qui sont encore très souvent employés.

La basidiospore mûre se détache de son support et est apte à germer par production d'un filament. Chez le *Puccinia graminis*, ce filament est incapable de pénétrer les tissus de la plante où ont pris naissance l'urédo et la téleutospore ; la

Planche XIX

Urédinales.



Puccinia graminis. — **23**, pénétration d'un filament germinatif d'urédospore par le stomate *St.* d'une feuille du Blé (d'après Plowright).

24, coupe d'une feuille de Blé portant des téleutospores (d'après Prillieux).

25 *bis*, schéma de la fusion des noyaux dans la téleutospore.

24. *A*, germination d'une téleutospore *Té*: *Pr.*, baside (promycélium) ; *Sp.*, basidiospores (sporidies) ; *Sg.*, stérigmates ; — *B.* germination des basidiospores.

germination ne peut s'accomplir que sur les feuilles de l'Épine-Vinette (*Berberis vulgaris*), qui, pénétrées par le mycélium, présentent deux nouvelles formes de fructification, l'*écidiole* ou *spermogonie* à la face supérieure et l'*œcidium* à la face inférieure (pl. XX).

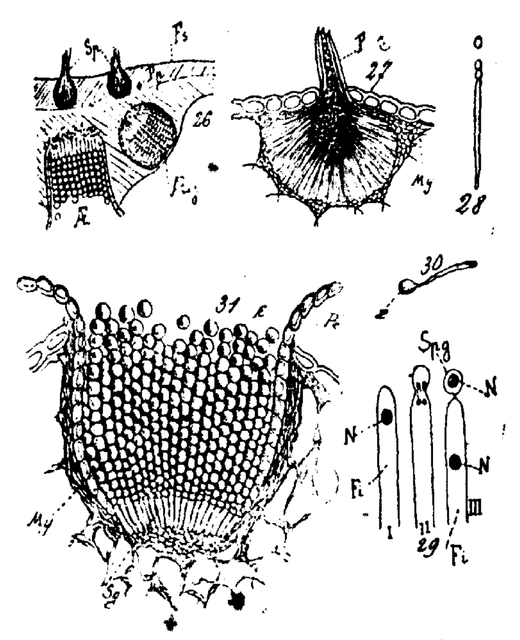
Les écidioles apparaissent comme de petits points d'un jaune pourpre ou d'un pourpre noirâtre sur des taches où le mycélium détériore gravement le tissu de la feuille. Ils ont une forme arrondie ou un peu déprimée ; leur paroi est constituée par des filaments accolés à peu près parallèlement et envoyant des stérigmates isolés, dirigés vers le centre, dont l'extrémité porte un court chapelet de conidies, les *écidiolospores* ou *spermaties* ; ces conidies arrondies, de petite taille (2-3 μ), uninucléées, se différencient par étranglement du sommet du filament.

L'ouverture de la spermogonie est garnie de stérigmates stériles formant bouquet. Les spermaties peuvent germer, mais avec beaucoup de difficulté, peut-être à cause des faibles réserves qu'elles possèdent. On est encore mal fixé sur leur rôle dans le cycle du Champignon et on a tendance à les regarder comme des organes mâles devenus non fonctionnels.

L'œcidium (pl. XX) jeune à l'apparence d'un cylindre ; ouvert, il ressemble à une corbeille ; les diverses fructifications sont souvent rapprochées et tangentes les unes aux autres. Un œcidium comprend une partie périphérique stérile enveloppant une partie centrale formée par les conidies ou *écidiospores*. L'enveloppe (*pseudopéridium*) est formée de cellules qui se dessèchent rapidement ; c'est un organe de protection. Les écidiospores naissent à l'extrémité de filaments différenciés en stérigmates trapus, qui se divisent en deux cellules de taille inégale (pl. XXI) ; la supérieure est l'écidiospore ; l'inférieure, plus petite, appelée à dégénérer rapidement, est la *cellule intercalaire*. Le même phénomène se produit un certain nombre de fois et aboutit à la formation de files de cellules alternativement grosses et petites, ces dernières disparaissant très vite. Le développement de ces spores amène bientôt la déchirure du pseudopéridium à la partie supérieure de la fructification ;

Planche XX

Urédinales.



Puccinia graminis. — 26, coupe transversale d'une feuille d'Épine-Vinette montrant les écidioles *Sp*. à la base supérieure *Fs*., et les œcidium *Æ* à la face inférieure ; *Æ.j*., œcidium jeune.

27, coupe transversale dans un écidiole : *P*., poils externes ; *My*. stroma mycélien (d'après Prillieux).

28, stérigmate d'écidiole portant un court chapelet d'écidiolispores.

29, divers stades (I, II, III) de la formation d'une écidiolispore *Spg*. ; *N*., noyau (d'après Sappin-Trouffy).

30, germination de l'écidiolispore.

31, coupe d'un œcidium ; *Æ*., écidiospores ; *Pl*., pseudopéridium ; *My*., stroma mycélien ; *Sg*., stérigmates (d'après Prillieux).

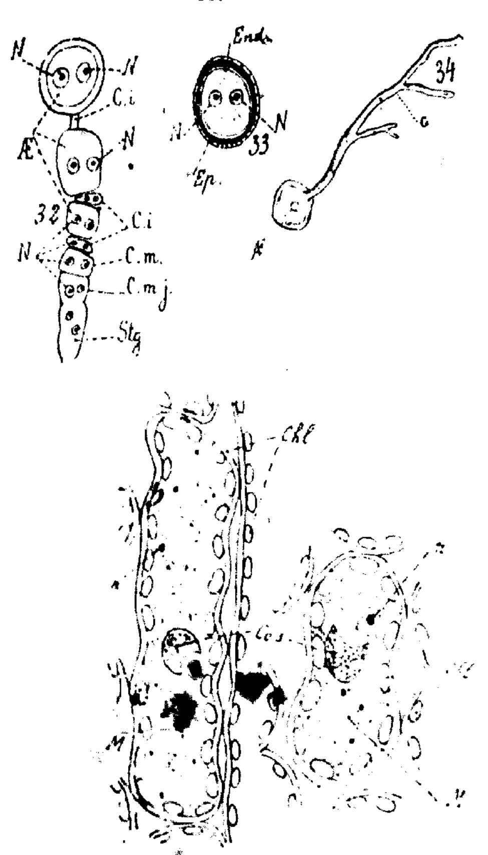
les écidiospores sont mises en liberté. Elles possèdent plusieurs pores germinatifs, mais ne germent que par un seul. Le filament germinatif est incapable de pénétrer l'Épine-Vinette, mais seulement la Graminée qui a hospitalisé l'urédo ; le cycle de développement se trouve ainsi fermé.

Le mycélium issu de la germination de la basidiospore ne possède qu'un noyau par cellule, tandis que les écidiospores sont binucléées comme les urédospores. Les recherches de Backman, confirmées et complétées par celles de Christman et d'autres auteurs, ont montré que le premier dikarion se formait dans le jeune œcidium par migration du noyau d'une cellule dans une autre tantôt différenciée, tantôt simple cellule végétative, ou par fusion de l'extrémité de deux filaments parallèles ; dans les deux cas, la première cellule binucléée devient la cellule génératrice des écidiospores. La généralité de ce phénomène a été confirmée par plusieurs observateurs et l'évolution nucléaire des Urédinales est maintenant connue, au moins pour les espèces à cycle complet : phase à cellules uninucléées ou *haplophase* de la baside aux cellules mères des écidiospores, phase à dikarions ou *diplophase* de ces cellules à la baside jeune. Toutefois, il y a de nombreuses espèces, comme nous le verrons, qui ne possèdent pas toutes les formes de fructification ; on ne connaît pas encore l'évolution nucléaire dans tous les cas, mais on sait que les deux phases existent toujours, l'une d'elles pouvant être très réduite. Quand l'œcidium fait défaut, les premières cellules binucléées apparaissent dans le stroma où se développent les urédospores ou les téleutospores ; ainsi, chez *Puccinia Malvacearum*, qui est réduit au stade téleutospore, le dikarion provient de la fusion de deux cellules inégales en une seule qui s'allonge en une courte chaîne de cellules binucléées terminée par la téleutospore et représentant une diplophase réduite.

J. Eriksson a pu constater, à la suite de nombreuses expériences, que le *Puccinia graminis*, comme d'ailleurs d'autres Urédinales, montrait de nombreuses formes ; chacune de ces formes produit un œcidium sur *Berberis*, mais l'écidiospore ainsi produite ne peut infecter que l'espèce de Graminée sur laquelle les téleutospores se sont développées. D'un autre côté,

Planche XXI

Urédinales.



32, schéma de la formation des écidiospores chez l'*Uromyces Erythronii* : *Stg.*, stérigmate produisant à son sommet les cellules mères *Cmj.*, *Cm* : *Æ.*, écidiospores ; *C. i.*, cellules intercalaires ; *N*, noyaux (d'après Sappin-Trouffy).

33, écidiospore mûre : *End.*, endospore ; *Ep.*, épispore ; *N.*, les deux noyaux.

34, germination d'une écidiospore.

35, le mycoplasma : *Chl.*, chloroleucites ; *M.*, mycoplasma ; *n.*, ses noyaux ; *Co. s.*, corpuscules spéciaux (d'après Eriksson).

au point de vue morphologique, ces formes ne présentent aucune différence sensible entre elles. On les a qualifiées d'espèces biologiques. Peut-être ne doit-on voir là que des variétés définitivement adaptées au parasitisme sur un hôte spécial et qui, peu à peu, à la suite d'une véritable sélection naturelle, ont perdu la propriété de pouvoir vivre sur d'autres phanérogames sur lesquelles se développent d'autres formes morphologiquement identiques, issues évidemment d'une seule et même espèce originelle. Cette notion de la spécification des formes adaptées à certains hôtes n'est d'ailleurs pas particulières aux Urédinales. La spécialisation est plus ou moins parfaite, plus ou moins étroite ; et les formes qui ont pris naissance en une région n'ont pas toujours acquis une spécialisation identique à celles de régions différentes.

Le même auteur avait à maintes reprises remarqué l'irrégularité de la germination des spores chez les Urédinales; il en est arrivé à penser que cette germination se fait assez difficilement dans la nature et que la source extérieure des Rouilles n'a pas l'importance qu'on lui avait donnée. Pour le *Puccinia graminis*, Eriksson considère que très généralement le Blé n'est pas infecté lorsqu'il est éloigné de plus de 25 mètres de l'Épine-vinette. D'un autre côté, l'urédo peut apparaître sur le Blé sans qu'il y ait d'Épine-vinette dans la région (Australie, par exemple). Ces diverses considérations ont amené Eriksson à penser que les Graminées possèdent dans leurs tissus le germe des Urédinales susceptibles de les parasiter. Cette hypothèse a été pour cet auteur le point de départ d'une conception nouvelle, la *théorie mycoplasmatique*, théorie ingénieuse, mais qui, malgré les perfectionnements que son auteur y a apportés, ne semble pas devoir être adoptée de façon définitive. Suivant Eriksson, l'appareil végétatif du Champignon, avant de se présenter sous la forme de mycélium, prendrait dans la cellule de l'hôte un état particulier et contracterait avec le protoplasma de cette cellule une sorte de symbiose ; c'est cette association qui constitue le *mycoplasma* et qu'il a cherché à mettre en évidence dans les premiers stades de développement d'une tache de rouille, ou sur le bord d'une tache en voie d'extension. Les cellules qui le contien

nent (pl. XXI, fig. 35), se distingueraient à leur contenu plus dense, plus sombre, et, pendant la période hivernale, on ne voit que cette forme dans les cellules de l'hôte dont le noyau s'hypertrophie, puis dégénère, se fragmente et finit par disparaître à peu près. Un peu plus tard, au moment où vont apparaître les premières taches de rouille, le mycoplasma s'organiserait en *corpuscules spéciaux*, qui ont assez souvent l'apparence d'un croissant large. Puis on verrait en dehors des cellules une masse plasmique, le *protomycélium*, dont les noyaux, au début mal différenciés, deviennent distincts et qui acquiert une membrane et des cloisons, prenant progressivement tous les caractères du mycélium ordinaire; quant aux portions intracellulaires, elles deviennent des suçoirs. Eriksson admet que le protomycélium intercellulaire dérive du mycoplasma intracellulaire, qui, dit-il, sortirait de la cellule en traversant les ponctuations de la membrane, ou en traversant celle-ci pour former extérieurement à la cellule des renflements en suçoirs; or c'est précisément parce qu'on n'a pu saisir le passage entre ces deux formes que les mycologues se refusent à accepter la théorie mycoplasmatique: c'est l'opinion de Marshall Ward, de Klebahn, qui déclarent que les corpuscules spéciaux ne sont que les suçoirs d'un mycélium jeune, et même Klebahn considère qu'ils sont munis d'une membrane, ce qui serait la négation même de la théorie mycoplasmatique.

Beauverie arrive à des conclusions analogues et pense que les observations d'Eriksson doivent être interprétées de tout autre façon que l'a fait leur auteur: par exemple, les granulations qu'Eriksson considère comme les noyaux du mycoplasma ne seraient que des corpuscules métachromatiques; on trouve, en effet, abondamment ces corpuscules dans les cellules de la région envahie par le mycélium d'une Urédinale, tandis qu'ils manquent dans les éléments sains. Il ne faut pas non plus oublier que les altérations des cellules de l'hôte sous l'action des parasites peuvent s'observer à une certaine distance du mycélium même.

Il résulte de ces observations que la théorie échafaudée par Eriksson n'est nullement prouvée, malgré les efforts de son

inventeur qui a même cherché à l'étendre à d'autres parasites, par exemple aux Péronosporales.

La théorie mycoplasmatique permettait une explication facile de la perpétuation des espèces hétéroïques dans les régions où l'un des hôtes n'existe pas, comme c'est souvent le cas pour le *Puccinia graminis* : Eriksson supposait, en effet, l'existence du mycoplasma dans l'embryon du Blé, mais il n'a pu la démontrer. A l'heure actuelle, la question de la perpétuation n'est pas élucidée de façon définitive, mais il semble bien que les Rouilles des Céréales, et sans doute celles d'autres plantes, soient capables d'hiverner dans les grains. Pritchard, Beauverie notamment, ont rencontré du mycélium, et même des spores, dans les fruits de Céréales et de Graminées sauvages, et le fait ne semble pas rare, en sorte que cette hibernation doit certainement jouer un rôle, les grains atteints donnent de jeunes plants où le mycélium du parasite se rencontre et est capable de fructifier.

Classification. — On peut répartir les Urédinales qui nous intéressent entre les familles suivantes :

1° *Pucciniacées.* — Téleutospores pédicellées, isolées les unes des autres ; urédospores solitaires.

2° *Mélampsoracées.* — Téleutospores sessiles, serrées les unes contre les autres en une croûte mince.

3° *Cronartiacées.* — Téleutospores sessiles, formant des hapelets cohérents.

4° *Endophyllacées.* — Téleutospores en chaînes, analogues à des écidiospores.

5° *Coléosporiacées.* — Téleutospores à parois minces, formées de plusieurs cellules ne produisant chacune qu'une basidiospore

1° PUCCINIACÉES.

Cette famille, caractérisée par les téleutospores pédicellées et isolées, comprend un certain nombre de genres, qui se distinguent par la structure de leurs téleutospores. Nous ne parlerons que des suivants :

Puccinia, Uromyces, Hemileia, Triphragmium, Phragmidium et *Gymnosporangium.*

Genre **Puccinia** Pers.

Les *Puccinia* sont caractérisés par leurs téleutospores bicellulaires, réunis en sores pulvérulents ou compacts, jamais gélatineux (1). Ils comprennent de très nombreuses espèces, dont plusieurs sont la cause de maladies graves, et en particulier des Rouilles des Céréales.

Rouilles des Céréales.

Jusqu'aux travaux d'Eriksson, on distinguait trois espèces de Rouilles vivant sur les Céréales :

Puccinia graminis Pers. avec œcidium sur l'Épine-vinette ;

Puccinia-rubigo-vera (D. C.) Wint., avec œcidium sur les Borraginées ;

Puccinia coronata Corda, avec œcidium sur les Bourdaines (*Rhamnus*).

Mais, en réalité, ces trois types correspondent à trois groupes, dans chacun desquels on peut distinguer plusieurs espèces, très voisines par leurs caractères morphologiques, mais cependant distinctes par leur mode de vie, comme l'ont montré les travaux d'Eriksson, de Klebahn, etc.

Type de « Puccinia graminis ». — On peut le caractériser ainsi :

Les urédospores sont ellipsoïdes ou oblongues, d'un jaune brunâtre, échinulées, munies ordinairement de quatre pores germinatifs dans leur région équatoriale et disposées en sores allongés qui se fendent de bonne heure pour laisse échapper les spores.

Les téleutospores sont allongées, généralement en pointe mousse à leur sommet, supportées par un pédicelle assez long et restant adhérent à la spore ; les sores ressemblent à ceux des urédospores : ils sont allongés (jusqu'à 1 centimètre de long), souvent confluents, s'ouvrent de bonne

(1) Récemment Sydow a entrepris un travail de révision des genres d'Urédinales et, suivant l'exemple des mycologues américains, d'Arthur notamment, s'appuie non seulement sur des caractères morphologiques, mais aussi sur des particularités biologiques (cycle évolutif, hétérœcie, etc...). Nous ne pouvons ici le suivre sur ce terrain, ce qui obligerait à supprimer toutes les dénominations spécifiques courantes.

heure en devenant pulvérulents et noirs. Il n'y a pas de paraphyses.

A ce groupe appartiennent les espèces suivantes :

Puccinia graminis Pers. (*Uredo linearis* Pers., *Œcidium Berberidis* Pers.) (pl. XXII, fig. 1-2). — Cette espèce se développe sur les feuilles, les gaines, les tiges, plus rarement les glumes de nombreuses Graminées et produit la maladie nommée *Rouille noire*.

L'œcidium se rencontre, comme nous l'avons dit, sur l'Épine-vinette et aussi, mais rarement, sur les *Mahonia*.

Le *Puccinia graminis* présente plusieurs formes spécialisées dont les plus importantes sont :

1° Forme *Tritici*, spéciale au Blé, mais qui peut aussi envahir l'Orge, le Seigle et l'Avoine ;

2° Forme *Avenæ*, spéciale à l'Avoine et à quelques Graminées sauvages ;

3° Forme *Secalis*, qui attaque le Seigle, l'Orge et quelques Graminées sauvages ; elle ne se développe ni sur le Blé, ni sur l'Avoine.

Puccinia Phlei-pratensis Erikss. et Henn. — Très voisine de la précédente, cette espèce, qui vit sur *Phleum pratense* et *Festuca elatior*, en diffère en ce qu'elle ne produit pas d'œcidium sur l'Épine-vinette.

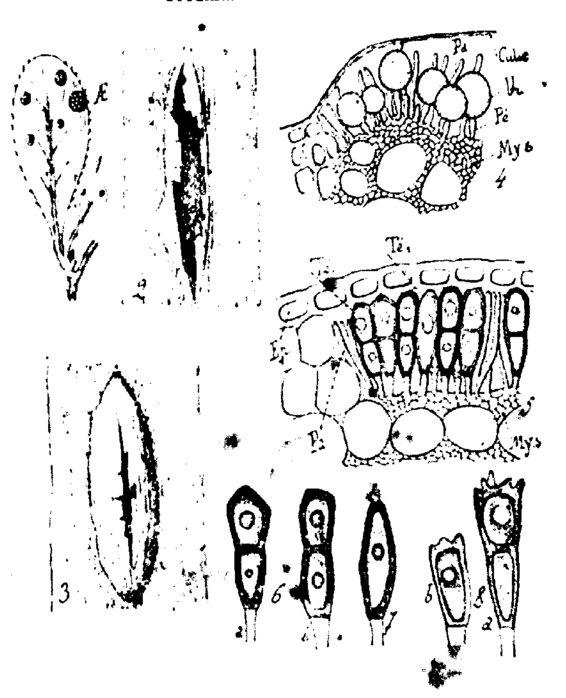
Type de « Puccinia Rubigo-vera ». — Les espèces de ce groupe présentent les caractères communs suivants :

Les urédospores naissent dans des sores ovales, bien plus courts que chez *P. graminis*, isolés et longtemps recouverts par l'épiderme ; les spores sont à peu près globuleuses, échinulées, jaunes, et les stérigmates qui les portent sont entremêlés de filaments stériles, de paraphyses.

Les téleutospores naissent dans des sores un peu allongés, restant recouverts par l'épiderme, de sorte que les spores restent enfermées dans la feuille et que leur coloration noire n'apparaît extérieurement que par transparence. Ces téleutospores sont plus ou moins en forme de massue, atténuées à la base et tronquées à leur sommet qui est épaissi ; le pédicelle est très court ; enfin elles sont entremêlées de paraphyses, cellules allongées, brunes, naissant par groupes du stroma sur

PLANCHE XXII

Urédinales-Pucciniacées.



Puccinia graminis. — 1, l'æcidium Æ sur une feuille d'Épine-Vinette. —! , groupe de téleutospores (grossi) sur une feuille de Blé.

Puccinia glumarum. — 3, portion de feuille de Blé portant un groupe de téleutospores recouvert par l'épiderme. — 4, coupe d'un urédo : *Cutic.*, cuticule ; *Ur.*, urédospores ; *Pé.*, leur pédoncule ; *Pa.*, paraphyses. — 5, coupe dans un groupe de téleutospores *Té* : *Ep.*, épiderme ; *Pa.*, paraphyses. — 6, téleutospores.

Puccinia simplex. — 7, téleutospore unicellulaire.

Puccinia coronifera. — 8, téleutospores.

les bords et à l'intérieur de la fructification qui se trouve ainsi divisée en petites loges remplies de spores.

On range dans ce groupe les espèces suivantes :

Puccinia glumarum (Schm.) Er. et Henn. (pl. XXII, fig. 3-6). — C'est la Rouille jaune des Céréales. Les pustules à urédospores sont disposées à la face inférieure des feuilles en série longitudinales serrées atteignant plusieurs centimètres de long et souvent confluentes. Les sores de téleutospores naissent sur les chaumes et la face inférieure des feuilles avec la même disposition. Cette Rouille peut s'observer sur les glumes, mais ne leur est nullement spéciale, comme son nom pourrait le faire croire.

On rencontre le *Puccinia glumarum* sur toutes les Céréales, sauf l'Avoine, et sur des Graminées sauvages. On ne lui connaît pas de forme écidienne.

On a distingué plusieurs formes spécialisées, notamment au Blé, à l'Orge, et au Seigle, cette dernière étant moins bien fixée.

Puccinia dispersa Er. et Henn. — Cette espèce se distingue de la précédente par certains caractères morphologiques : les pustules d'urédospores sont petites, ferrugineuses et disposées sans ordre, surtout à la face inférieure de la feuille ; les sores à téleutospores sont également épars et se rencontrent surtout sur les gaines.

Cette espèce est spéciale au Seigle et produit la *Rouille brune du Seigle ;* son œcidium se développe sur diverses espèces du genre *Anchusa* (Buglosse).

Puccinia triticina Er. — La Rouille brune du Blé a la même apparence extérieure que celle du Seigle ; mais elle est spéciale au Blé.

L'œcidium se développe sur les feuilles de plusieurs espèces du genre *Thalictrum* (Jackson et Mains, Ducomet).

Puccinia simplex (Kern.) Er. et Henn. (pl. XXII, fig. 7). — Voisine, par son aspect extérieur, des deux précédentes, cette espèce se reconnaît à ce que, mélangées aux téleutospores normales, on rencontre très fréquemment des spores unicellulaires oblongues ou en forme de massue irrégulière (mésospores).

L'œcidium vit sur les feuilles de divers *Ornithogalum* selon Tranzschel.

A ce même groupe et au voisinage de *Puccinia dispersa* se rattachent les espèces suivantes, moins importantes au point de vue qui nous occupe :

Puccinia bromina Er., espèce qui se développe d'une part sur les Bromes et, de l'autre, sur la Pulmonaire et la Consoude ;

Puccinia agropyrina Er., espèce autoïque spéciale à l'*Agropyrum repens* ;

Puccinia Triseti Er., espèce autoïque spéciale à l'Avoine jaunâtre.

Type de « Puccinia coronata ». — Les espèces de ce groupe présentent une grande analogie avec celles du précédent ; les urédospores sont cependant de forme plus irrégulière ; les téleutospores, disposées en sores analogues, se reconnaissent à des petites saillies ou des dents qui forment une sorte de couronne au sommet tronqué de la spore, d'où le nom de *Rouille couronnée*.

Ce groupe comprend deux espèces importantes qu'il serait peut-être plus logique de regarder comme formes biologiques d'une seule espèce :

Puccinia coronifera Kleb. (pl. XXII, fig. 8). — L'œcidium se développe sur une Bourdaine, *Rhamnus cathartica* ; les autres formes sur l'Avoine et diverses Graminées sauvages : Vulpins, Houques, Fétuque élevée, Ray-grass anglais, etc. On a distingué plusieurs formes, dont une est spécialisée sur l'Avoine.

Puccinia coronata Corda. — L'œcidium se rencontre sur le *Rhamnus Frangula*, les urédospores et les téleutospores sur diverses Graminées : *Agrostis*, Houques, *Calamagrostis*, etc. L'Avoine et les autres Céréales ne sont pas atteintes.

Les œcidiums qu'on trouve sur d'autres *Rhamnus* appartiennent à des *Puccinia* hétéroïques du même type.

A la suite de ces Rouilles et en laissant de côté un certain nombre d'espèces qui, attaquant les Graminées sauvages, n'ont pas d'importance pratique, il faut signaler les suivantes, qui se rencontrent sur le Maïs et le Sorgho

Puccinia Maydis Bérang. (*P. Sorghi* Schwein) (pl. XXIII, fig. 1). — La Rouille du Maïs produit sur les deux faces des

feuilles des pustules d'un jaune brunâtre, longtemps couvertes par l'épiderme ; les urédospores sont globuleuses ou elliptiques, échinulées, d'un brun pâle. Les téleutospores sont brunes, oblongues ou un peu en massue, obtuses à leur extrémité et portées par un pédicelle assez long.

Cette Rouille, qui est spéciale au Maïs, est hétéroïque et forme son æcidium sur divers *Oxalis* : *O. cymosa* en Amérique (Arthur), *O. stricta* et *corniculata* en Europe (Tranzschel, Vincens) ; mais la forme écidienne est très rare dans la nature et n'est certainement pas indispensable à la perpétuation du *Puccinia Maydis*.

Puccinia purpurea Cooke. — Cette espèce se reconnait aux taches pourprées sur lesquelles naissent des urédospores, puis des téleutospores très longuement pédicellées. Elle attaque le Sorgho dans les régions chaudes et le midi de l'Europe.

C'est sous leur forme urédo que les Rouilles sont dangereuses ; si le temps est chaud et humide, les taches se développent et fructifient en très peu de temps, émettant des quantités d'urédospores et amenant la propagation rapide de la maladie. Il en résulte une diminution, parfois considérable, dans la quantité et aussi la qualité de la récolte, grain et paille. L'importance de ces dégâts est variable. La Rouille noire (*Puccinia graminis*) est certainement la plus grave, ce qui tient surtout à son apparition tardive dans les cultures ; c'est pendant les mois de juin et de juillet qu'elle exerce ses ravages, tandis que l'évolution des urédospores se fait plus tôt et est généralement terminée en juin dans le cas des *Puccinia* du groupe *Rubigo vera*.

Dans ce dernier groupe, le *Puccinia glumarum* est l'espèce la plus nuisible, surtout la forme qui envahit les glumes et qui gêne le développement de l'épi. C'est la rouille qui se montre la plus précoce dans les cultures. Les attaques des *P. dispersa*, *triticina* et *simplex* sont en général de courte durée et de moindre importance ; il en est de même de la Rouille couronnée de l'Avoine.

Ce ne sont là que des indications très générales ; l'évolution des Rouilles est, en effet, sous la dépendance des conditions

de température et d'humidité. C'est ainsi qu'il n'est pas très rare de constater un développement de la maladie pendant l'automne, si le temps est doux et humide, notamment sur les semis qui lèvent dans les champs mal moissonnés.

Les influences qui agissent avec le plus de netteté sur les Rouilles des céréales sont certainement celles de l'humidité et de la variété cultivée.

Ainsi la Rouille sévit avec plus d'intensité dans les terrains bas et humides que sur les plateaux secs ; cette différence s'accentue dans les années sèches.

D'autre part, les diverses variétés de Céréales sont très inégalement sensibles à la Rouille, sans qu'on puisse donner encore l'explication de ces différences. D'ailleurs, la résistance d'une race donnée n'est pas constante et présente de grandes variations, notamment suivant le climat : ainsi les Blés qui se montrent résistants dans le midi de la France se rouillent facilement s'ils sont semés dans le nord ; il en est de même pour certains Blés américains, qui, résistants dans leur pays d'origine, sont attaqués dans le nord de la France. Cependant on peut dire d'une façon générale que les variétés précoces ont moins à souffrir des attaques des Rouilles (au moins de celles de *P. glumarum*) que les variétés tardives ; leur développement est déjà avancé à l'époque où la maladie sévit avec intensité, et la plante offre alors une résistance que n'ont pas les variétés tardives moins développées. Il faut ajouter qu'une variété donnée résistante à une rouille peut être, par contre, très sensible à une autre espèce de *Puccinia*, ce qui complique le problème de la recherche des variétés résistantes.

Bien d'autres facteurs agissent sur le développement de la Rouille. C'est ainsi que la nature du sol a une certaine influence ; de même les engrais (les phosphates augmentent la résistance), le semis (les semis hâtifs et clairs agissent dans un sens favorable), etc. Mais tous ces facteurs n'ont pas l'importance des deux premiers : humidité et variété, de sorte que, avec une grande humidité et une variété sensible, ils deviennent presque insignifiants et passent inaperçus, ce qui ne veut pas dire qu'en d'autres circonstances, moins favorables au développement du Champignon, leur action soit nulle.

Traitement. — On ne peut songer, dans le cas actuel, aux traitements préventifs par des fongicides ; le sulfate de cuivre exerce bien une action sur la germination des spores, mais de tels traitements sont impossibles en grande culture.

La destruction des hôtes de la forme écidienne (Épine-vinette, Bourdaines, Borraginées) ne peut donner que des résultats incomplets ; il est certain que l'Épine-vinette favorise le développement de la Rouille noire, qui apparait souvent au voisinage des buissons attaqués par l'œcidium ; mais, à côté de ces cas, il faut signaler l'existence fréquente du *Puccinia graminis* dans des régions où l'Épine-vinette est très rare ou même n'existe pas. D'ailleurs la destruction, possible pour cette dernière plante, ne l'est plus pour les Borraginées et, d'un autre côté, les recherches d'Eriksson ont nettement montré que certaines Rouilles du groupe *Rubigo vera*, le *Puccinia glumarum* notamment, n'ont pas besoin de deux hôtes pour accomplir le cycle de leur développement. Pour cette rouille et vraisemblablement pour d'autres, la propagation d'une année à l'autre peut se faire par des urédospores fixées à la surface des grains.

Le but à poursuivre est l'obtention de variétés qui soient résistantes aux rouilles tout en ayant un fort rendement et des produits de bonne qualité. En attendant que les recherches faites dans cette voie aient abouti, les précautions suivantes diminueront les dégâts:

1° Employer des variétés précoces et reconnues comme résistantes dans la région ;

2° Semer en lignes pour favoriser l'aération et diminuer l'humidité ;

3° Assainir les sols trop humides.

4° Enfin il y aurait peut-être lieu de procéder à une désinfection ou au moins à un nettoyage mécanique des semences, s'il est exact que les spores retenues à la surface des grains jouent un rôle dans l'apparition des premiers foyers.

Rouilles des végétaux cultivés autres que les Céréales.

1° Espèces possédant une forme écidienne. — *a.* HÉTÉROïQUES. — A ce groupe appartiennent un grand nombre d'espèces vivant sur les Graminées sauvages et les Cypéracées sous leur forme téleutosporée, par exemple :

Puccinia Agrostidis Plowr., qui vit d'une part sur les *Agrostis* et de l'autre (œcidium) sur les Ancolies ;

Puccinia Festucæ Plowr. : urédo et téleutospores sur les Fétuques ; œcidium sur les Chèvrefeuilles ;

Puccinia Phragmitis (Schum.) Kœrn. : urédo et téleutospores sur les *Phragmites*, œcidium sur divers *Rumex ;*

Puccinia Poarum Niels : urédo et téleutospores sur les Paturins, œcidium sur le Tussilage ;

Puccinia Agropyri Ell. et Ev. : urédo et téleutospores sur les *Agropyrum*, œcidium sur les Clématites ;

Puccinia Caricis (Schum.) Rebent. — Cette espèce attaque les Carex et forme son œcidium sur les Orties.

C'est également à un ou plusieurs *Puccinia* donnant leurs téleutospores sur des *Carex* qu'il faut, d'après Klebahn, rattacher l'*Œcidium Grossulariæ* Gmel., qui vit sur les Groseilliers.

Puccinia Pruni-spinosæ Pers. (*P. Pruni* Pers.) (pl. XXIII, fig. 2 et 3). — Cette Rouille attaque les feuilles des Pruniers, de l'Amandier, du Pêcher, de l'Abricotier, sur lesquelles se développent les urédospores et les téleutospores. Les premières, qui forment de petites pustules brunes à la face inférieure des feuilles, sont tantôt ovoïdes ou piriformes, épaissies au sommet, tantôt arrondies et pourvues d'une membrane régulièrement mince ; de très nombreuses paraphyses en massue les entourent. Les téleutospores forment de petites touffes d'un brun foncé et sont également accompagnées de paraphyses ; elles sont densément verruqueuses et constituées de deux cellules inégales et bien séparées par un étranglement, la supérieure plus grosse et souvent plus colorée que l'inférieure.

Ce *Puccinia* est hétéroïque et produit un *æcidium* sur les Anémones cultivées (*Anemone coronaria*) selon Tranzschel, W. Krieg et Ducomet, et sur l'Hépatique (*Anemone Hepatica*), selon Arthur.

Dans le sud-ouest la rouille du Prunier cause des dégâts sensibles en provoquant une chute prématurée des feuilles et amenant un affaiblissement des arbres. Des traitements cupriques effectués au début de juin ont donné des résultats favorables (Ducomet).

b. AUTOÏQUES. — **Puccinia Asparagi** D. C. (pl. XXIII, fig. 4). — La Rouille de l'Asperge présente successivement sur les tiges au printemps des écidioles et des écidies, puis des urédospores d'un brun de cannelle, enfin à l'automne des téleutospores elliptiques ou oblongues, brunes, longuement pédicellées.

Le seul traitement consiste à couper et brûler les tiges atteintes.

Puccinia Porri (Sow.) Wint. (pl. XXIII, fig. 5). — Cette espèce attaque un grand nombre d'espèces du genre *Allium* : Oignon, Poireau, Ail, etc., sur lesquelles se développent toutes les formes de fructification (Œcidium, urédo et téleutospores). Les téleutospores sont oblongues, arrondies ou tronquées au sommet, à pédicelle court, dépourvues de paraphyses : elles forment des taches plombées, sous-épidermiques, puis pulvérulentes.

A ce même groupe appartiennent encore les Rouilles suivantes :

Puccinia Tragopogi (Pers.) Corda, fréquent sur les *Tragopogon* (Salsifis) ; les téleutospores sont verruqueuses, comme celles de l'espèce suivante :

Puccinia Menthæ Pers., qui se développe sur un grand nombre de Labiées, notamment sur les Menthes ;

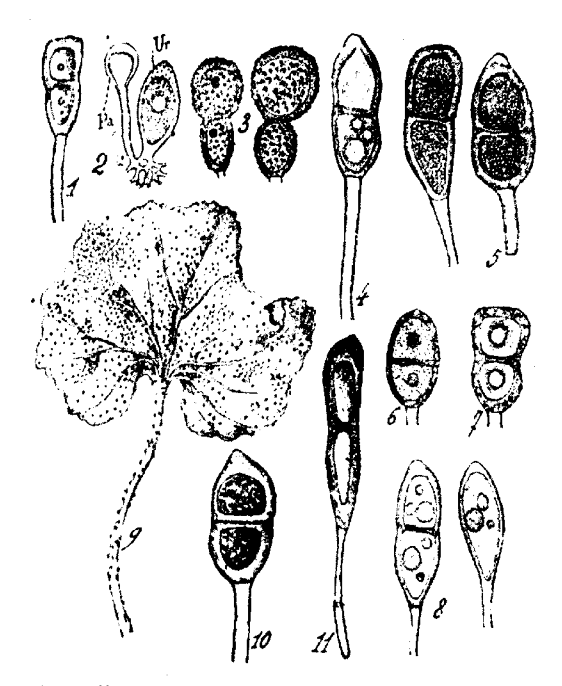
Puccinia Apii Desm., sur les feuilles et les tiges du Céleri ; cette espece ne présente pas d'écidioles ;

Puccinia Violæ (Schum.) D. C. sur les Violettes.

2° ***Espèces possédant des urédospores et des téleutospores sans forme écidienne.*** — **Puccinia Cerasi** (Bérang.) Cast. — Cette Rouille, qui attaque l'Amandier, le Cerisier et

Planche XXIII

Urédinales-Pucciniacées.



Puccinia Maydis. — 1, téleutospore.

Puccinia Pruni-spinosæ. — 2, paraphyse *Pa*, et urédospore *Ur*. — 3, téleutospores.

Puccinia Asparagi. — 4, une téleutospore.

Puccinia Porri. — 5, téleutospore.

Puccinia Hieracii. — 6, téleutospore.

Puccinia bullata. — 7, téleutospore.

Puccinia Allii. — 8, téleutospore.

Puccinia Malvacearum. — 9, feuille de Mauve attaquée. — 10, téleutospore.

Puccinia Arenariæ. — 11, téleutospore.

le Prunier, se distingue facilement du *Puccinia Pruni-spinosæ* par ses urédospores d'un jaune d'or, par l'absence de paraphyses et par ses téleutospores oblongues, lisses, longuement pédicellées.

Puccinia Hieracii (Schum.) Mart. (*P. Compositarum* Schlecht.) (pl. XXIII, fig. 6). — On réunissait sous ce nom une grande partie des Rouilles des Composées ; mais il est certain que diverses espèces, quelques-unes encore mal définies, étaient confondues sous cette dénomination. Toutes présentent des urédospores globuleuses ou ovales, formant de petites pustules couleur cannelle et des téleutospores ellipsoïdes, arrondies au sommet.

C'est à ce groupe qu'appartiennent, outre de nombreuses rouilles de Composées sauvages, celles qui se développent sur les *Lactuca :* Laitue, Romaine (*Puccinia Lactucarum* Syd. ?) et les *Cichorium*, Chicorée et Endive [*Puccinia Cichorii* (D. C.) Bell].

Citons encore parmi les rouilles des Composées :

Puccinia Absinthii D. C. sur diverses Armoises (Absinthe, Estragon, etc.) ;

Puccinia Helianthi Schw. sur les *Helianthus*, notamment le Topinambour ;

Puccinia Chrysanthemi Roze, espèce remarquable par les formes variées que présentent les urédospores ; elle a apparu en 1895 en Europe dans les cultures de Chrysanthèmes et a depuis lors pris une extension considérable ; son origine semble être le Japon.

Puccinia bullata (Pers.) Schrœt. (pl. XXIII, fig. 7). — C'est encore une espèce collective dans laquelle ont faisait entrer des formes possédant un œcidium (comme *Puccinia Apii* que nous avons déjà cité) et d'autres ne possédant que des urédospores et des téleutospores (parfois aussi des spermogonies) ; toutes se développent sur des Ombellifères, comme par exemple :

Puccinia Petroselini (D. C.) Lindr., sur les feuilles et les tiges du Persil ;

Puccinia Angelicæ (Schum.) Fuck., sur l'Angélique.

Puccinia Vincæ (D. C.) Berk. — Cette Rouille attaque

les Pervenches ; sur les feuilles se développent des pustules d'urédo d'un brun pâle, couvrant toute la face inférieure de la feuille et entremêlées d'écidioles. Les téleutospores forment des sores de couleur plus foncée ; elles sont ellipsoïdes ou ovales, à membrane légèrement verruqueuse-réticulée et munies d'une papille plus pâle à leur sommet.

Puccinia Allii (D. C.) Rud. (pl. XXIII, fig. 8). — Cette espèce est fréquente sur les *Allium* (Ail, Oignon, Poireau, etc.) et se distingue du *Puccinia Porri*, qui vit sur les mêmes plantes, par l'absence d'œcidium, par ses sores de téleutospores compacts, restant recouverts de l'épiderme et par ses téleutospores en massue accompagnées de nombreuses paraphyses.

Puccinia Iridis (D. C.) Wallr. — Cette Rouille attaque les feuilles des *Iris ;* les urédospores sont disposées en sores allongés et ferrugineux, les téleutospores en sores linéaires, noirs.

3° *Espèces ne possédant que la forme téleutospore.* —

Puccinia Malvacearum Mont. (pl. XXVII, fig. 9-10). — Cette espèce forme sur les feuilles et les tiges des Malvacées (Mauves, Guimauve, Rose Trémière, etc.) des coussinets compacts, gris rosé, puis bruns, formés uniquement de téleutospores. Celles-ci sont oblongues et portées par un long pédicelle.

Cette Rouille est originaire du Chili et a été importée en Europe vers 1869, époque à laquelle elle a été constatée en Espagne et en France (Thuret, d'après Delacroix) ; depuis, son aire de dispersion s'est considérablement accrue, l'espèce est devenue cosmopolite.

Puccinia Arenariæ (Schum.) Wint. (pl. XXVII, fig. 11). — Ce Champignon est répandu sur un grand nombre de Caryophyllées, notamment les Œillets cultivés. Les téleutospores forment sur les feuilles et les tiges des coussinets arrondis, souvent disposés en cercles, bruns, puis noirs ; ces spores sont allongées, fusiformes ou en massue. Elles germent sur place dès leur maturité.

Puccinia Buxi D. C. — Cette Rouille, assez fréquente sur le Buis, forme sur les deux faces des feuilles des cous-

sinets hémisphériques, compacts, d'un brun noir; les téleutospores sont oblongues, volumineuses, longuement pédicellées.

Puccinia Ribis D. C. — La Rouille des Groseilliers se présente sous la forme de taches jaunes, puis brunes, portant des sores disposés en cercle; les téleutospores sont verruqueuses et ne germent qu'au printemps suivant.

Signalons encore :

Puccinia Schrœteri Pass., qui attaque le *Narcissus poeticus* (rarement en France); les téleutospores présentent à leur surface un réseau peu apparent;

Puccinia Gladioli Cast., qui se développe sur divers Glaïeuls et dont les téleutospores, parfois unicellulaires, sont entremêlées de paraphyses.

Genre **Uromyces** Link.

Les *Uromyces* ne diffèrent des *Puccinia* que par leurs téleutospores unicellulaires, pourvues à leur sommet d'un pore germinatif.

Uromyces Pisi (Pers.) de Bary (pl. XXIV, fig. 1). — C'est une espèce hétéroïque dont l'écidiole et l'œcidium se développent sur l'*Euphorbia Cyparissias*, tandis que les deux autres formes se rencontrent sur diverses Légumineuses du genre *Lathyrus*, et surtout sur les Pois.

Les Euphorbes attaquées sont complètement déformées par le parasite; leurs feuilles, normalement étroites, deviennent courtes, charnues et se couvrent de fructifications; la plante ne fleurit pas (castration parasitaire). Le mycélium hiverne dans les Euphorbes attaquées.

Les urédospores, elliptiques et échinulées, forment de petites pustules brunes; les téleutospores sont arrondies, pourvues à leur sommet d'une petite papille incolore; leur membrane est finement ponctuée.

D'autres espèces, voisines de l'*Uromyces Pisi* et également hétéroïques, provoquent des déformations analogues sur l'*Euphorbia Cyparissias*; telles sont :

L'*Uromyces striatus* Schrœt. (pl. XXIV, fig. 2), dont les

urédospores et les téleutospores se développent sur diverses Luzernes ; les téleutospores sont ornées de fines crêtes longitudinales, ondulées ;

L'*Ur. Loti* Blytt., qui rappelle beaucoup la Rouille précédente, mais ne peut infecter que les Lotiers.

L'*Ur. Genistæ-tinctoriæ* (Pers.) Wint., qui attaque divers Genêts et Cytises ; les téleutospores sont nettement verruqueuses.

L'*Ur. Fischeri-Eduardi* Magn., qui vit sur *Vicia Cracca* et a ses téleutospores irrégulièrement verruqueuses.

Uromyces caryophyllinus (Schrank) Wint. — Cette Rouille se développe sur diverses Caryophyllées, notamment sur les Œillets cultivés. D'après les recherches de Tranzschel et Ed. Fischer, elle est hétéroïque et rappelle par son développement les espèces précédentes : l'æcidium vit aussi sur une Euphorbe (*Euphorbia Gerardiana*).

Uromyces Trifolii (Hedw) Lév. (pl. XXIV, fig. 3). — Cette Rouille produit ses urédospores et téleutospores sur les feuilles de divers Trèfles (*Trifolium pratense, hybridum, medium*, etc.) ; les téleutospores sont globuleuses et lisses ou ornées de très rares verrues.

L'*Uromyces Trifolii* n'a pas d'æcidium, mais cette forme se rencontre chez des espèces voisines autoïques vivant également sur les Trèfles :

Ur. Trifoli-repentis (Cast.). Lév., sur Trèfle rampant, où apparaissent successivement les quatre formes de fructifications ;

Ur. minor Schrœt., qui, surtout dans l'Europe centrale, attaque les *Trifolium pratense, montanum*, etc., et se reconnaît à ses téleutospores de petite taille et à l'absence du stade urédo.

Chez l'*Ur. flectens* Lagh. (sur Trèfle blanc et Trèfle des prés), le cycle évolutif est réduit aux téleutospores.

Uromyces appendiculatus (Pers.) Lév. (*U. Phaseoli* Wint.) (pl. XXIV, fig. 4-5). — La Rouille des Haricots présente ses quatre sortes de fructifications sur la même plante, dont les feuilles et les fruits sont attaqués. Les téleutospores possèdent à leur sommet une papille saillante, hyaline.

Uromyces Fabæ (Pers.) Schrœt. (pl. XXIV, fig. 6). Cette Rouille peut attaquer les *Lathyrus*, les *Vicia*, la Lentille, le Pois, mais c'est surtout sur la Fève qu'elle présente de l'importance. Elle ressemble à la Rouille des Haricots et en diffère par ses téleutospores plus allongées, épaissies au sommet, où la papille hyaline est moins nette et moins saillante. Elle présente des formes spécialisées, dont une sur Pois et Fève.

Uromyces Betæ (Pers.) Kuhn. — Cette espèce, fréquente sur les feuilles de la Betterave, y développe ses quatre sortes de fructifications ; ce sont surtout les urédospores qui sont abondantes et permettent une rapide dissémination de la maladie. En automne se forment des téleutospores ovales, à membrane lisse.

Le seul traitement consiste à ne pas porter les feuilles malades au fumier.

Il existe un très grand nombre d'autres espèces d'*Uromyces* dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer :

Uromyces Anthyllidis (Grev.) Schroet., espèce à téleutospores verruqueuses qu'on rencontre sur l'*Anthyllis*. Des formes presque identiques morphologiquement existent sur d'autres Légumineuses ;

Uromyces Ciceris-arietini (Grogn.) Jacz. et Boyer, sur Pois-Chiche.

Uromyces renovatus Syd. (*M. Lupini* Sacc.) sur divers Lupins ;

Uromyces Onobrychidis (Desm.) Lév., sur le Sainfoin ;

Uromyces Acetosæ Schroet., dont les quatre formes se rencontrent sur des *Rumex* (Oseille) ;

Uromyces ambiguus (D C.) Lév., urédo et téleutospores sur *Allium* divers.

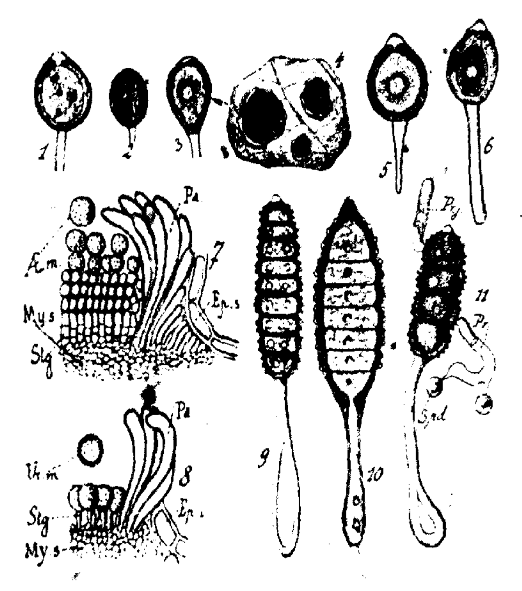
Uromyces Lilii (Link) Fuck., sur Lis et Fritillaires (œcidium et téleutospores).

Uromyces Scillarum (Grev.) Wint., sur Scilles, Jacinthes, etc. (seulement téleutospores).

Uromyces Dactylidis Otth., espèce hétéroïque qui attaque le Dactyle et forme son œcidium sur les Renoncules, etc., etc.

Planche XXIV

Urédinales-Pucciniacées.



Uromyces Pisi. — 1, téleutospore.

Uromyces striatus. — 2, téleutospore.

Uromyces Trifolii. — 3, téleutospore.

Uromyces appendiculatus. — 4, portion de feuille de Haricot avec téleutospores (grossi). — 5, une téleutospore.

Uromyces Fabæ. — 6, téleutospore.

Phragmidium Rubi-Idæi. — 7, coupe d'un œcidium : *My.s.*, mycélium stromatique ; *Stg.*, stérigmates ; *Æ.m.*, écidiospore mûre ; *Pa.*, paraphyses ; *Ep.s.*, épiderme supérieur de la feuille. — 8, coupe d'un urédo : *Ur.m.*, urédospore mûre ; *Ep.i.*, épiderme inférieur. — 9, téleutospore.

Phragmidium subcorticium. — 10, téleutospore.

Phragmidium violaceum. — 11, une téleutospore en germination (d'après Tulasne).

Genre **Hemileia**

Les *Hemileia* ne diffèrent des *Uromyces* que par la structure des sores ; les urédospores et téleutospores, au lieu de naître sous l'épiderme et de le déchirer, se forment à l'extrémité de filaments qui sortent en petits bouquets par l'ostiole des stomates.

Ce genre est surtout connu par l'*Hemileia vastatrix*, parasite très redoutable du Caféier ; il ne comprend qu'un petit nombre de formes, toutes tropicales, et seule une espèce, évidemment introduite, *Hemileia Oncidii* Griff. et Maubl. (*Uredo Benickiana* Henn.), a été rencontrée en France sur des *Oncidium* cultivés en serre ; elle ne cause d'ailleurs pas de grands dommages aux cultures d'Orchidées.

Genre **Triphragmium** Link.

Ce genre, peu nombreux, est caractérisée par ses téleutospores divisées en trois loges par des cloisons qui se réunissent au centre de la spore. Il ne renferme pas d'espèces parasites des plantes cultivées. Citons le *Triphragmium Ulmariæ* (Schum.) Link., fréquent sous ses quatre formes sur les feuilles et les tiges de la Spirée Ulmaire.

Genre **Phragmidium** Link.

Dans ce genre, les téleutospores sont formées de plusieurs cellules (trois à douze) disposées en file ; la supérieure germe par un pore terminal, les autres possèdent plusieurs pores (généralement quatre) situés à l'équateur. Les urédospores et téleutospores forment des touffes entourées de paraphyses en massue et plus ou moins courbées vers l'intérieur de la fructification. Il en est de même pour l'œcidium dont le pseudopéridium est remplacé par une couronne de ces paraphyses ; aussi ressemble-t-il beaucoup à l'urédo, dont il diffère par la disposition en chapelet des écidiospores.

Les *Phragmidium* sont tous des parasites des Rosacées, fréquents surtout sur les *Rubus*, *Rosa* et *Potentilla*.

Phragmidium Rubi-Idæi (Pers.) Karst. (pl. XXIV,

fig. 7-9). — La Rouille du Framboisier présente les quatre formes de fructifications. L'œcidium, constitué comme nous venons de le dire, se montre à la face supérieure des feuilles, plus rarement sur les pétioles et les tiges, en petits cercles déprimés au centre. Les urédospores forment de petits sores jaunes, dispersés à la face inférieure des feuilles. A l'automne, les téleutospores apparaissent au milieu des réceptacles d'urédospores, puis dans des sores spéciaux entourés de paraphyses ; elles sont allongées, cylindriques, formées d'un grand nombre de cellules (jusqu'à onze, généralement sept à neuf) ; leur sommet est terminé par une pointe conique ; leur membrane épaisse, verruqueuse, est colorée en brun foncé ; le pédicelle est long, transparent, fortement renflé à la base.

Phragmidium subcorticium (Schrank) Wint. (planche XXIV, fig. 10). — La Rouille du Rosier présente de grandes analogies avec la précédente dans la structure de l'œcidium et de l'urédo. Les téleutospores sont plutôt fusiformes que cylindriques, atténuées à chaque extrémité, formées de quatre à neuf cellules très fortement colorées, presque opaques à maturité ; le pédicelle est très long, renflé à la base.

Sur les *Rosa*, on rencontre aussi d'autres *Phragmidium ;* par exemple, le *P. tuberculatum* J. Müll. à téleutospores plus courtes, moins divisées.

Sur les Ronces (*Rubus*), on rencontre très fréquemment le *Phragmidium violaceum* (Schultz) Wint. (pl. XXIV, fig. 11), à téleutospores ordinairement formées de quatre cellules seulement, et le *P. Rubi* (Pers.) Wint.

Genre **Kuehneola** P. Magn.

Ce petit genre renferme quelques espèces autoïques et incomplètes, dont les téleutospores, hyalines ou peu colorées, forment des chaînes d'éléments unicellulaires germant de suite par un pore germinatif. C'est à lui qu'il faut rattacher la rouille du Figuier [*Kuehneola Fici* (Cast) Butl.] connue en Europe seulement sous la forme urédo.

Genre Gymnosporangium Hedw.

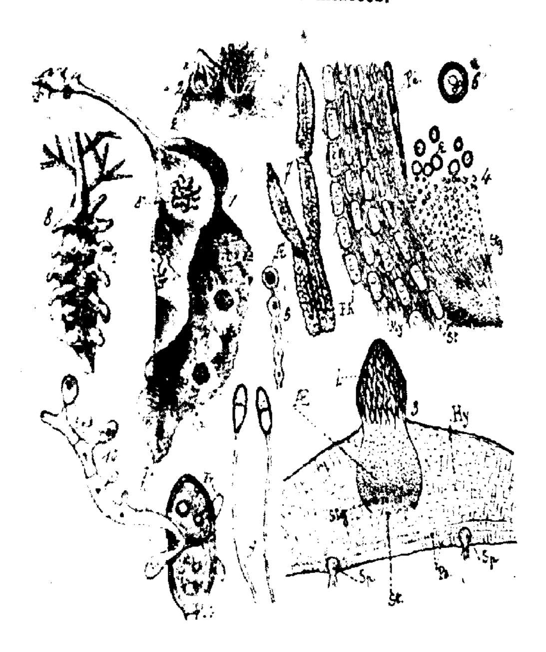
Les *Gymnosporangium* rappellent les *Puccinia* par leurs téleutospores bicellulaires ; mais la germination de celles-ci se fait par la production de plusieurs basides qui naissent pour les deux cellules au voisinage de la cloison médiane. De plus ces téleutospores sont très longuement pédicellées et réunies en masses brunes ou jaunes, gélatineuses, souvent volumineuses ; elles sont ordinairement de deux sortes : les téleutospores situées à la périphérie des masses gélatineuses ont une paroi épaisse, brun foncé et germent en une baside typique, celles du centre sont pâles, à parois minces et se séparent facilement en deux cellules qui germent en un long filament bourgeonnant au sommet.

Les *Gymnosporangium* sont hétéroïques sans forme urédo : les téleutospores se développent sur les Gymnospermes et surtout sur les Genévriers. Quant à la forme écidienne, elle se rencontre toujours sur les Rosacées de la tribu des Pomacées ; elle présente des caractères particuliers qui l'avaient fait ranger dans un genre spécial, le genre *Rœstelia*, avant qu'on découvrît les relations qui l'unissent aux *Gymnosporangium*. Le pseudopéridium ne s'ouvre pas en forme de coupe ; il est prolongé au-dessus de la fructification en une sorte de chapeau formé de cellules allongés qui se séparent les unes des autres en un grillage par les mailles duquel sortent les écidiospores.

Gymnosporangium Sabinæ (Dicks.) Wint. (pl. XXV). — Sous sa forme écidienne (*Rœstelia cancellata* Rebent.), cette espèce produit la *Rouille grillagée du Poirier*. La maladie apparaît en juin ou juillet sur les feuilles et y forme de grandes taches rouges ou orangées, criblées à la face supérieure de petits points brunâtres, saillants ; ce sont des écidioles. Plus tard la face inférieure de la feuille se bosselle ; il y a production d'une véritable galle due à un cloisonnement dans deux directions perpendiculaires des cellules du limbe ; c'est dans cet épaississement que sont creusées les écidies. Les écidiospores naissent en chapelets qui se désagrègent rapidement ; le pseudopéridium forme au-dessus de la cavité de la fructification une sorte de dôme allongé dont la partie moyenne se

Planche XXV

Urédinales-Pucciniacées.



Gymnosporangium Sabinæ. — 1, une feuille de Poirier attaquée : *Æ*. œcidium (*Rœstelia*) ; *Sp*., écidioles. — 2. la forme *Rœstelia* : un œcidium jeune en *a*, ouvert en *b*. — 3, coupe de la feuille dans une tache d'œcidium : *Hy*., tissu lacuneux hypertrophié ; *Pa*., tissu en palissade ; *Sp*., écidioles ; *Æ*., œcidium ; *St*., stroma mycélien ; *Stg*., stérigmates ; *L*., pseudopéridium commençant à s'ouvrir. — 4, portion de la figure 3 fortement grossie ; *Pf*., pseudopéridium ; *Æ*., écidiospores mûres ; *My*., mycélium ; *P h*., cellules du parenchyme hypertrophié. — 5. formation des écidiospores *Æ* ; *i*. cellule intercalaire (d'après Sorauer). — 8. les masses gélatineuses de téleutospores *Tl*., sur un rameau de Genévrier Sabine. — 9. téleutospores. — 10, germination d'une téleutospore ; *Pr*., promycélium ; *Spd*., sporidie.

fendille à maturité pour laisser échapper les spores. Dans la région grillagée, les cellules du pseudopéridium sont allongées, munies de parois épaisses et couvertes de fines aspérités.

Des fructifications analogues, apparaissent sur les jeunes rameaux et les fruits, provoquent un arrêt dans la croissance de ces organes. Cette forme de la maladie est plus grave que l'attaque simple des feuilles.

Les téleutospores se développent sur le Genévrier Sabine. L'influence de cette plante sur la production de la Rouille du Poirier avait été constatée depuis longtemps par les praticiens, sans qu'on en connût la raison. C'est Œrstedt qui le premier prouva expérimentalement que le *Ræstelia cancellata* était la forme écidienne du *Gymnosporangium Sabinæ;* depuis, ce fait a été vérifié par de nombreux expérimentateurs.

Les rameaux des Sabines attaquées présentent des renflements fusiformes où le bois est hypertrophié et profondément modifié dans sa structure ; de l'écorce sortent au printemps des masses brunâtres, plus ou moins coniques, gélatineuses, pouvant atteindre 1 centimètre de longueur ; elles sont formées uniquement de téleutospores dont les très longs pédicelles sont gélifiés. Ces téleutospores sont elliptiques, à paroi mince, peu colorée ; chacune des deux cellules qui les constituent possède quatre *pores germinatifs* au voisinage de la cloison médiane. Les basidiospores infectent facilement les feuilles du Poirier (et de quelques autres espèces du genre *Pirus*) ; les spermogonies apparaissent au bout de quinze jours environ ; les écidiospores sont mûres quatre mois après l'infection.

On n'a pas encore réalisé expérimentalement l'infection de la Sabine avec les écidiospores.

Le *Gymnosporangium Sabinæ* peut aussi attaquer d'autres Genévriers, notamment les *Juniperus virginiana, Oxycedrus, phœnicæa*, etc., et même le Pin d'Alep (d'après Reess).

Traitement. — 1° Détruire les Genévriers, surtout les Sabines, dans le voisinage des plantations de Poiriers ;

2° Les pulvérisations avec une bouillie bordelaise faible et neutre protègent efficacement les feuilles contre l'infection due à la germination des téleutospores.

Gymnosporangium confusum Plowr. — Longtemps

confondue avec le *G. Sabinæ*, cette espèce développe également ses téleutospores sur la Sabine et le Genévrier de Virginie; mais la forme écidienne se rencontre sur l'Aubépine et surtout le Néflier (*Œcidium Mespili* D. C.) et le Coignassier (*Ræstelia Cydoniæ* Thüm.); exceptionnellement le Poirier peut être infecté. Le pseudopéridium est bien plus allongé que dans le *Ræstelia cancellata*.

Gymnosporangium tremelloides Hartig. — Cette espèce produit ses téleutospores sur le Genévrier commun et son œcidium (*Ræstelia penicillata* Fr.) sur le Pommier. Les téleutospores ont sensiblement la même forme que celles du *G. Sabinæ*, mais sont réunies en masses hémisphériques très volumineuses.

Des formes très voisines, considérées par Eriksson comme simples formes spécialisées du *G. tremelloides*, ont leur œcidium sur d'autres Rosacées, par exemple sur *Sorbus Aucuparia* (*Gymnosp. Juniperi* Link.), sur *S. Aria* (*G. Ariæ-tremelloides* Kleb.), sur *S. torminalis* (*G. Torminali-juniperinum* Fischer) et sur l'Amelanchier (*G. Amelanchieris* Fischer).

Gymnosporangium clavariiforme (Jacq.) Reess. — Cette espèce, qui croît également sur le Genévrier commun, se distingue à ses téleutospores en fuseau allongé; l'œcidium [*Ræstelia lacerata* (Sow.) Mérat] se développe surtout sur les *Cratægus* (Aubépine).

1° MÉLAMPSORACÉES.

Cette famille se distingue à ses téleutospores sessiles, serrées les unes contre les autres en un seul rang et formant une mince croûte sous l'épiderme ou dans l'intérieur même des cellules épidermiques.

On y range les genres : *Melampsora*, *Melampsoridium*, *Melampsorella*, *Pucciniastrum*, *Thecopsora*, *Calyptospora*, etc.

Genre **Melampsora** Cast.

Les téleutospores sont unicellulaires, en forme de prisme, serrées les unes contre les autres et forment une croûte entre

l'épiderme et la cuticule ou sous l'épiderme. La germination se fait au printemps par le sommet de la spore.

Les urédospores sont souvent entourées de paraphyses en massue à parois épaisses.

Très fréquemment les *Melampsora* sont hétéroïques et leur forme écidienne appartient à l'ancien genre *Cæoma ;* les écidiospores se forment en courts chapelets, selon le mode ordinaire, mais ne sont pas entourées d'un pseudopéridium, de sorte que la fructification a l'aspect d'un urédo à spores en chapelet.

Melampsora pinitorqua Rostrup (pl. XXVI, fig. 1-7). — C'est à cette espèce qu'est due la Rouille courbeuse du Pin, qui attaque les jeunes peuplements de Pin silvestre aussi bien que les jeunes pousses d'arbres plus âgés. L'infection se fait au printemps ; le mycélium, pénétrant un rameau, y détermine l'apparition d'une tache pâle, allongée. L'arrêt de végétation qui résulte de la présence du parasite sur un côté du rameau amène une courbure dans la concavité de laquelle se trouvent le mycélium, puis les fructifications.

Suivant la violence de l'attaque et la grosseur du rameau envahi, celui-ci peut se dessécher ou continuer à pousser ; dans ce dernier cas, il s'infléchit, puis peut se redresser en forme d'S. Les dommages sont d'autant moins graves que les arbres sont plus âgés ; l'attaque des jeunes plants peut entraîner leur mort.

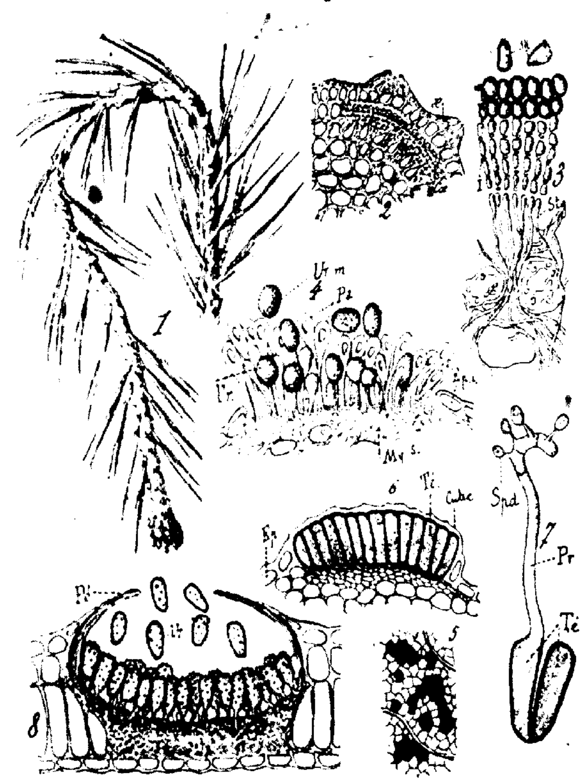
Les fructifications qui apparaissent dans la partie concave de la courbure sont d'abord des écidioles, puis des écidiospores (*Cæoma pinitorqua* A. Br.) se différencient assez profondément dans l'écorce aux dépens de filaments parallèles, serrés ; la pression des chapelets de ces spores amène bientôt une rupture longitudinale des tissus qui les recouvrent.

Les écidiospores, semées sur les feuilles du Tremble, les infectent et y produisent des urédospores, puis des téleutospores. Les *Populus alba, canescens* et autres peuvent également être contaminés.

Les recherches de divers auteurs, et surtout de Klebahn, ont montré qu'un grand nombre de *Melampsora* étaient

Planche XXVI

Urédinales-Mélampsoracées.



Melampsora pinitorqua. — 1, rameau de Pin silvestre courbé en crosse par la forme *Cæoma.* — 2, portion d'une coupe de ce rameau dans la région atteinte ; *æ.*, écidiole ; *Cæ*, forme *Cæoma.* — 3, portion du *Cæoma ; St.*, stérigmates ; *æ.*, écidiospores ; I., cellule intercalaire. — 4, coupe de l'urédo sur feuille de Tremble : *Ep.i.*, épiderme inférieur ; *My.s.*, stroma mycélien ; *Ur.*, urédospose ; *Ur. m.*, urédospore mûre détachée ; Pa., paraphyses. — 5, portion de la feuille de Tremble montrant les taches d'urédo (d'après Dietel). — 6, coupe transversale dans la forme à téleutospores *Té.* ; *Ep.*, épiderme ; *Cutic.*, cuticule (d'après Prillieux). — 7, téleutospores en germination (d'après Plowright).

Melampsoridium betulinum. — 8, la forme urédo ; *Pé.*, pseudopéridium ; *Ur.*, urédospores.

hétéroïques. Selon la plante qui hospitalise la forme *Cæoma*, on peut les diviser en plusieurs groupes comprenant chacun plusieurs espèces (ou formes spécialisées), dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer :

Cæoma sur le Mélèze [*Cæoma Laricis* (Westend.) Hart.] : les urédospores et téleutospores se forment sur les Saules, les Peupliers (la forme *Cæoma* présente un pseudopéridium rudimentaire formé de grosses paraphyses en massue) ;

Cæoma sur *Ribes* [*Cæoma confluens* (Pers.) Schroet.] : téleutospores sur les Saules ;

Cæoma sur *Allium* (*Cæoma Alliorum* Link) : téleutospores sur les Saules et les Peupliers ;

Cæoma sur la Mercuriale vivace [*Cæoma Mercurialis* (Mart.) Link.] : téleutospores sur le Tremble et le Peuplier blanc (*Melampsora Rostrupii* Wagner), etc.

Parmi les espèces dont on ne connaît pas l'œcidium, signalons :

Melampsora liniperda Palm. qui vit sur les Lins ; on ne rencontre que des urédospores et des téleutospores, les premières surtout qui couvrent les feuilles et les tiges de taches orangées. Cette rouille présente des formes spécialisées (dont une sur le Lin cultivé) et diffère par la grande dimension de ses téleutospores du *M. Lini* (Pers.) Cast. (sur divers *Linum* sauvages).

Genre **Melampsoridium** Kleb.

Ce genre a été établi par Klebahn pour une espèce hétéroïque, **Melampsoridium betulinum** (Pers.) Kleb. (*Melampsora betulina* Tul.) (pl. XXVI, fig. 8).

La forme écidienne se rencontre sur les feuilles du Mélèze ; ce n'est pas un *Cæoma* comme dans le genre précédent, mais un véritable *Œcidium* pourvu d'un pseudopéridium très développé, analogue à celui que nous trouverons dans les *Peridermium*.

Les urédospores et téleutospores se forment sur les Bouleaux ; les premières, dépourvues de paraphyses, forment des sores enfoncés dans les tissus de la feuille et munis d'un

véritable pseudopéridium hémisphérique ouvert par un pore. Les téleutospores sont semblables à celles des *Melampsora* et sous-épidermiques.

Une autre espèce du même genre, *Melampsoridium Carpini* (Neess) Dietel, vit sur les feuilles du Charme ; l'œcidium en est inconnu.

Genre **Melampsorella** Schröt.

Comme dans les *Melampsoridium*, les urédospores sont enfermées dans un pseudopéridium ; mais les téleutospores des *Melampsorella* naissent non plus à l'extérieur, mais dans l'intérieur même des cellules épidermiques ; elles sont unicellulaires, et leur membrane reste pâle et mince.

Melampsorella Caryophyllacearum (Link) Schroet, [*M. Cerastii* (Pers.) Schroet], (pl. XXVII, fig. 1-3). — Les urédospores et téleutospores se forment sur les Caryophyllées : *Stellaria*, *Cerastium*, *Arenaria*, etc.

En 1901, Fischer montra expérimentalement que cette rouille était hétéroïque et que les téleutospores étaient capables d'infecter le Sapin pectiné en y produisant une maladie répandue dans les régions montagneuses et bien connue sous les noms de *Balai de sorcière*, de *Chaudron* ou de *Dorge du Sapin*.

Les jeunes pousses envahies présentent un aspect singulier qui les fait reconnaître de loin : elles sont dressées verticalement, abondamment ramifiées et simulent un petit arbuste implanté sur la branche de Sapin ; ce sont les *Balais de sorcière*. Les feuilles sont courtes et larges, disposées tout autour du rameau, presque décolorées ; elles se couvrent bientôt des fructifications du Champignon disposées de chaque côté de la nervure médiane. Ce sont d'abord des spermogonies, puis des œcidium (*Œcidium elatinum* Alb. et Schw.) à pseudopéridium irrégulièrement déchiré ; les écidiospores, elliptiques ou polygonales, sont fortement verruqueuses, à contenu orangé. Ces feuilles atteintes tombent rapidement ; le Balai de sorcière n'a lui-même qu'une faible vitalité, se dessèche et tombe au bout de quelques années.

Les balais de sorcière, résultat de l'infection d'un bourgeon,

sont toujours implantés sur un renflement du rameau dû à la pénétration du mycélium dans l'écorce et le bois. La réaction des tissus du Sapin aboutit à une véritable tumeur, souvent volumineuse, et persistant beaucoup plus que les balais de sorcière. Après la chute de ces derniers, la tumeur, appelée dorge ou chaudron, subsiste. Bientôt l'écorce se crevasse profondément, se dessèche par places; il se forme des plaies vives, des chancres qui n'ont pas tendance à se cicatriser et sont une porte d'entrée pour les parasites de blessure, notamment les Polypores.

Cette maladie est très répandue dans les Sapinières et y cause des dégâts importants, surtout en dépréciant le bois. On peut prévenir le mal par la destruction systématique des balais de sorcière dans les jeunes peuplements et au besoin par la suppression de tous les jeunes sujets atteints.

Le *Melampsorella Symphyti* (D. C.) Bubak, fréquent sous sa forme urédo sur les feuilles de la Consoude, produit, d'après Bubak, un œcidium sur le Sapin pectiné, mais sans y amener de déformations.

Genre **Pucciniastrum** Otth.

Les téleutospores, serrées et disposées en couche mince, sont, dans les *Pucciniastrum*, divisées longitudinalement par une ou deux cloisons en croix ; elles naissent sous l'épiderme. Les urédospores se forment dans des sores entourés d'un pseudo-péridium comme dans les deux genres précédents.

Les espèces dont l'évolution est complètement connue sont hétéroïques, comme par exemple le *Pucciniastrum Abieti-Chamænerii* Kleb. qui forme ses urédospores et ses téleutospores sur les Epilobes et son œcidium sur les aiguilles du Sapin pectiné (*Abies alba*).

Genre **Thecopsora** P. Magn.

Ce genre est très voisin du précédent dont il ne diffère que par la formation des téleutospores dans la cavité même des cellules épidermiques.

Planche XXVII

Urédinales-Mélampsoracées.



Melampsorella Caryophyllacearum. — 1, branche de Sapin portant un rameau sain *S.*, et un balai de sorcière *Ba.* — 2, aiguille portant l'œcidium (*Œ. elatinum*). — 3, branche de Sapin montrant un chaudron ou dorge.

Calyptospora Gœppertiana. — 4, aiguille de Sapin portant l'œcidium. — 5, une file d'écidiospores : *I*, cellule intercalaire. — 6, téleutospores en germination dans une cellule épidermique de *Vaccinium*; *Pr. j.*, baside jeune ; *Pr.*, baside (promycélium) mûre ; *Stg.*, stérigmates ; *Spd.*, basidiospores (sporidies). — 7, cellule épidermique contenant des téleutospores *Té.*, et supposée vue par le haut.

Citons seulement le *Thecopsora areolata* (Fr.) Magn. (*Pucciniastrum Padi* Diet.), qu'on trouve (urédo et téleutospores) sur les feuilles du *Prunus Padus ;* l'œcidium naît à la base des écailles des cônes d'Épicéa [*Œcidium strobilinum* (A. et S.) Reess].

Genre **Calyptospora** Kühn

Dans ce genre le cycle est réduit par l'absence du stade urédo ; les téleutospores sont semblables à celles des *Thecopsora*, mais forment de larges croûtes sur les tiges déformées.

On n'en connaît qu'une espèce :

Calyptospora Goeppertiana (Kühn) (pl. XXVII, fig. 4-7). — Les téleutospores de cette rouille se forment sur le *Vaccinium Vitis-Idæa* et en déforment les pousses ; nées dans les cellules épidermiques, ces spores sont divisées en quatre par deux cloisons longitudinales en croix. Elles germent au printemps, chaque cellule produisant une baside à son sommet. Les basidiospores peuvent, comme l'ont montré les expériences d'Hartig, infecter les aiguilles du Sapin pectiné et y amener la production d'*Œcidium columnare* Alb. et Schwein. ; les écidiospores sont globuleuses et échinulées. Les dégâts causés par ce Champignon sur les Sapins sont insignifiants.

3° CRONARTIACÉES

Cette famille est caractérisée par la disposition des téleutospores qui sont unies en des chapelets plus ou moins serrées les uns contre les autres ou même complètement soudés en colonnettes saillantes extérieurement. L'œcidium, dans les cas où il est connu, est entouré d'un pseudopéridium vésiculeux.

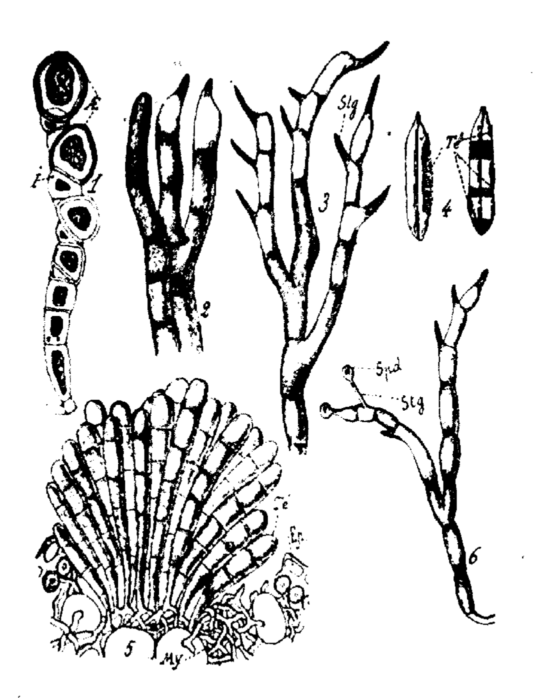
On y range les *Chrysomyxa* et les *Cronartium*.

Genre **Chrysomyxa** Unger.

Chez les *Chrysomyxa* les téleutospores sessiles forment des chapelets simples ou ramifiés, naissent côte à côte en touffes qui soulèvent et déchirent l'épiderme. La germination se fait

Planche XXVIII

Urédinales-Cronartiacées.



Chrysomyxa Rhododendri. — 1, file d'écidiospores *Æ.*; *I.*, cellule intercalaire (d'après de Bary). — 2, téleutospores au début de leur germination. — 3, téleutospores ayant germé; *Stg.*, stérigmates (d'après de Bary).

Chrysomyxa Abietis. — 4, aiguilles d'Épicéa portant les téleutospores *Té.* — 5, touffe de téleutospores *Té.*, faisant irruption en déchirant l'épiderme *Ep.* — 6, germination de la téleutospore.

par la production d'une baside terminale pour la spore supérieure du chapelet, latérale pour les autres ; les spores inférieures restent stériles.

Chrysomyxa Rhododendri (D. C.) de Bary (pl. XXVIII, fig. 1-3). — Les urédospores et téleutospores se développent au printemps sur les feuilles des *Rhododendron* (*R. ferrugineum* et *hirsutum*). De Bary a montré que l'œcidium habitait les aiguilles de l'Épicéa (*Œcidium abietinum* Alb. et Schw.) ; celles-ci montrent en été des taches jaunâtres où apparaissent des spermogonies, puis des écidies à pseudopéridium saillant cylindrique, irrégulièrement denté au sommet. Cette maladie est peu répandue et ne se rencontre qu'à une altitude assez grande (1 000 mètres) ; elle peut amener la chute d'un grand nombre d'aiguilles.

Le *Chrysomyxa Ledi* (A. et S.) de Bary est voisin du précédent ; l'œcidium attaque aussi les feuilles de l'Épicéa, mais c'est le *Ledum palustre* qui hospitalise les téleutospores.

Chrysomyxa Abietis (Walle.) Unger. (pl. XXVIII, fig. 4-6). — Cette rouille attaque l'Épicéa sous sa forme téleutospore, la seule existante. En été, les aiguilles montrent des zones annulaires jaunâtres, puis d'un jaune vif, où se remarque une accumulation considérable d'amidon. Au printemps suivant, l'épiderme, soulevé par places, se déchire et met à nu les téleutospores, qui germent aussitôt ; la feuille tombe après la production des basidiospores ; celles-ci infectent directement l'Épicéa.

Cette maladie sévit surtout dans les fonds humides.

Genre **Cronartium** Fries.

Les *Cronartium*, comme les *Chrysomyxa*, présentent des téleutospores en chapelet ; mais tous les chapelets d'un même sore sont unis en une colonne saillante, dressée, pouvant acquérir une grande longueur. Les téleutospores germent latéralement sur place selon le mode ordinaire. Les urédospores et les téleutospores naissent dans des sores enfoncés dans la feuille et munis d'un pseudopéridium hémisphérique ouvert par un pore.

Les espèces dont on connaît le cycle complet de développement sont hétéroïques avec forme écidienne sur les Pins ; ces œcidium sont très volumineux et caractérisés par leur pseudopéridium en forme de vessie membraneuse et blanchâtre, qui se déchire irrégulièrement pour mettre les spores en liberté. Ces particularités les avaient fait distinguer sous le nom de *Peridermium*.

Cronartium flaccidum (A. et S.) Wint. [*C. asclepiadeum* Fr] (pl. XXIX, fig. 1-7). — Cette rouille attaque les feuilles du Dompte-venin (*Vincetoxicum officinale*), des Pivoines, ainsi que des *Nemesia versicolor* et *Verbena teucrioides*, sur lesquelles se développent les urédospores et les téleutospores. A la face inférieure des feuilles apparaissent de petites pustules qui s'ouvrent au sommet par un pore ; elles contiennent d'abord des urédospores ; puis, dans chacune d'elles, naît une colonne brune, grêle, très allongée, atteignant 2 millimètres de longueur et formée uniquement de téleutospores. La germination se fait sur place, et les basidiospores peuvent infecter le Pin sylvestre, fait que Cornu mit pour la première fois en évidence en 1886.

Sur le Pin, les rameaux de divers âges peuvent être attaqués par le mycélium, qui y est vivace et s'étend de plus en plus autour du point d'infection ; dans la partie envahie, qui s'accroît ainsi chaque année, le cambium est détruit plus ou moins complètement ; il en résulte la formation de véritables chancres qui entraînent la mort de la branche quand ils en ont fait le tour. Les dommages peuvent être très grands, surtout dans les jeunes peuplements.

Le mycélium fructifie chaque année en mai ou juin : l'œcidium (*Peridermium Cornui* Kleb.) apparaît au dehors en déchirant l'écorce ; les écidiospores sont arrondies et fortement verruqueuses.

S'il est bien prouvé que le *Cronartium asclepiadeum* a pour œcidium le *Peridermium Cornui*, il n'en résulte pas que tous les *Peridermium* qu'on rencontre sur les branches des Pins appartiennent à cette espèce ; et, en effet, en partant de formes morphologiquement identiques au *Peridermium Cornui*, de nombreux auteurs (Klebahn, Eriksson, v. Tubeuf, etc.) n'ont

pu obtenir l'infection du Dompte-venin et d'un grand nombre d'autres plantes ; le semis sur l'écorce de Pin est également resté sans résultat. Il semble donc qu'en dehors du *Cronartium asclepiadeum* il existe des rouilles hétéroïques capables de produire des *Peridermium* sur les rameaux des Pins.

Cronartium quercuum Myabe. — Cette espèce attaque les feuilles de divers Chênes sur lesquels en Europe ne se développent que des urédospores (*Uredo Quercus* Brond.) ; par contre au Japon, aux Etats-Unis cette rouille donne naissance à des colonnettes de téleutospores avec lesquels on a pu infecter les rameaux de divers Pins et produire des tumeurs souvent volumineuses, couvertes d'un grand nombre d'écidies groupées et soudées entre elles.

Cronartium ribicola Dietr. — Le *Cronartium ribicola* d'une part attaque les Groseilliers sous ses formes urédo et téleutospores, et de l'autre sous sa forme écidienne (*Peridermium Strobi* Kleb.) produit sur les rameaux des *Pinus Strobus*, *Lambertiana* et *Cembro* des lésions très analogues à celles du *Peridermium Cornui*.

C'est surtout pour les jeunes plants de pépinière que le *Peridermium Strobi* est dangereux ; il semble que la maladie ait fait des progrès et se soit répandue dans le cours de ces dernières années. Le Champignon se rencontre aussi, mais plus rarement, sur de grands arbres.

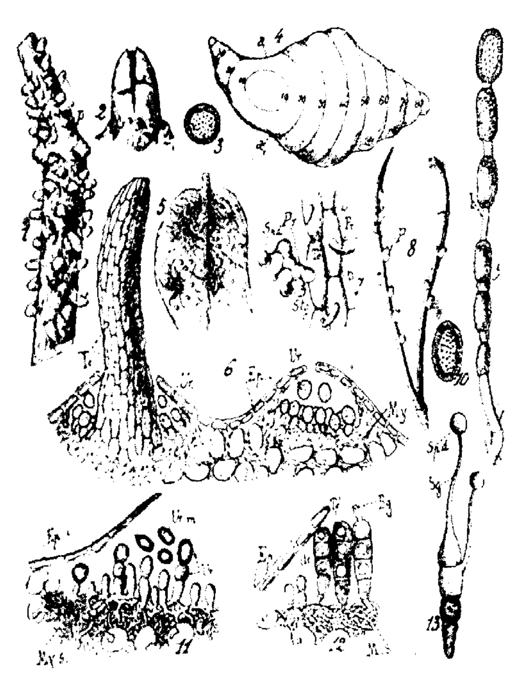
3° ENDOPHYLLACÉES

Dans nos régions, cette famille se compose uniquement du genre *Endophyllum*, dont les téleutospores naissent en chapelet à l'intérieur de conceptacles entourés d'un pseudopéridium et ayant la structure d'un œcidium. Les *Endophyllum* ne comprennent qu'un petit nombre d'espèces sans grand intérêt au point de vue qui nous occupe ; citons l'*Endophyllum Sempervivi* (A. et S.) de Bary, dont le mycélium est pérennant dans les rosettes des Joubarbes (*Sempervivum*).

PLANCHE XXIX

Urédinales

Cronartiacées-Coléosporiacées.



Cronartium flaccidum. — 1, rameau de Pin portant les vésicules de *Peridermium P.* — 2, une vésicule en voie de déhiscence. — 3, écidiospore. — 4, branche de Pin attaquée depuis de nombreuses années par le *Peridermium*; en *a* et a^1, région où le parasite s'est installé au début et a tué le cambium (d'après Hartig). — 5, feuille de Dompte-venin présentant l'urédo et les téleutospores. — 6, coupe transversale de cette feuille : à droite, un urédo ; à gauche, une colonne de téleutospores *Té*, surgissant du fond de l'urédo ; *Ur.*, urédospores ; *Ep.i.*, épiderme inférieur de la feuille ; *My*, mycélium. — 7, germination des téleutospores : *Pr.j.*, baside jeune ; *Pr.*, baside mûre ; *Spd.*, basidiospores ; *Stg.*, stérigmates.

Coleosporium Senecionis. — 8, feuilles de Pin portant le *Peridermium P.* — 9, file d'écidiospores ; *I.*, cellule intercalaire. — 10, écidiospore. — 11, coupe de l'urédo ; *Ep.i.*, épiderme inférieur ; *Ur.*, urédospores (en chapelet) ; *My.s.*, mycélium. — 12, forme à téleutospores *Té.* ; *Bg.*, début de germination. — 13, germination de la téleutospore ; stérigmate ; *Spd.*, sporidie (basidiospore).

COLÉOSPORIACÉES

Les deux genres qui composent cette tribu, *Coleosporium* et *Ochrospora*, sont caractérisés par la structure de leurs téleutospores ; elles sont sessiles et dressées les unes contre les autres sur un seul rang, comme dans les *Melampsora ;* mais la phase probaside n'y existe pas ; aussitôt après la fusion des deux noyaux, la jeune téleutospore s'allonge, acquiert trois cloisons transversales, mais ne s'enkyste pas ; elle conserve une couleur vive, orangée, et sa membrane reste mince, sauf au sommet qui s'épaissit fortement en restant incolore. A la germination, qui se fait sur place, les quatre cellules, ou plus souvent seulement les supérieures, émettent à leur sommet un stérigmate terminé par une basidiospore. L'ensemble est analogue à la baside des Auriculaires. En somme, la téleutospore se transforme en baside au lieu d'émettre une baside.

Genre **Coleosporium** Lév.

Les espèces de ce genre, qui ne diffèrent des *Ochrospora* que par leurs urédospores en courts chapelets et leurs basidiospores arrondies, sont hétéroïques et forment leur œcidium sur les Pins. L'œcidium a la même structure que chez les *Cronartium*, c'est un *Peridermium*.

On a distingué un grand nombre de *Coleosporium*, dont le plus connu est le *Coleosporium Senecionis*.

Coleosporium Senecionis (Pers.) Fries (pl. XXIX, fig. 8-13). — Les urédo et téleutospores vivent sur les Séneçons (*Senecio vulgaris*, *silvaticus*, *viscosus*, *Jacobæa*, etc...). L'urédo forme de petites pustules jaunes, pulvérulentes ; les téleutospores sont agrégées en petites masses d'apparence cireuse, de coloration orangée, qui soulèvent et déchirent l'épiderme ; alors se produit la germination.

Les expériences de Wolf (1872), puis de Cornu (1880) ont montré que la rouille du Séneçon était en relation avec un *Peridermium* (*P. Pini*, *f. acicola* Rab., *P. oblongisporium* Fuck.) qui habite les aiguilles du Pin sylvestre et du Pin noir d'Autriche. Il apparaît au printemps sous forme de sacs allongés,

blanchâtres, qui se déchirent irrégulièrement pour mettre les spores en liberté ; les écidiospores, qui naissent en longs chapelets, sont oblongues, verruqueuses, séparées par des cellules intercalaires bien nettes. Il existe aussi des écidioles sous forme de petits points d'un brun orangé.

Les dégâts causés aux Pins sont bien moins graves que ceux que produisent les *Cronartium* ; au bout de quelques semaines, la fructification tombe et il ne reste qu'une petite cupule qui se cicatrise en s'imprégnant de résine. Les feuilles atteintes persistent sur l'arbre presque aussi longtemps que les saines, mais tous les ans elles donnent naissance au *Peridermium*, dont le mycélium est vivace à l'intérieur des tissus de l'aiguille.

Bien d'autres espèces de *Coleosporium* ont un mode de vie analogue à celui du *C. Senecionis* et n'en diffèrent guère que par la plante sur laquelle se forment les téleutospores : *Sonchus* [*Coleosporium Sonchi* (Schum.) Lév.], Tussilage [*C. Tussilaginis* (Pers.) Kleb.], Campanules [*C. Campanulæ* (Pers.) Lév.], Euphraises et Rhinanthes [*C. Euphrasiæ* (Schum.) Wint.], Mélampyre [*C. Melampyri* (Rebent.) Kleb.], etc.

B. — *Autobasidiomycètes.*

Chez les Autobasidiomycètes, à baside continue, les fructifications, souvent de grande taille, réalisent le type connu vulgairement sous le nom de « Champignon ».

Le mycélium se comporte de diverses manières : il peut végéter dans le sol chargé d'humus ou bien vivre en saprophyte sur des débris de végétaux morts ; plus rarement il est parasite de plantes vivantes et le plus souvent simple parasite de blessure. Enfin il peut vivre en symbiose avec les racines des Phanérogames (mycorhizes).

Ce mycélium est formé tantôt d'hyphes libres, tantôt d'hyphes accolées et groupées de façons fort diverses : en tubercules, en lames, en cordonnets plus ou moins allongés et rameux (rhizomorphes). Le mycélium agrégé prend le nom général de *stroma*. Les *sclérotes* ne sont que des stromas modifiés, dans lesquels se sont accumulées des réserves nutritives et qui sont passés à l'état de vie latente.

Au bout d'un temps variable, le thalle donne naissance aux basides qui sont presque toujours portées par un appareil différencié et dont l'ensemble constitue l'*hyménium*. Ces basides portent un certain nombre de stérigmates, généralement quatre, terminés chacun par une basidiospore. Plus rarement on rencontre en outre des organes de multiplication asexuée, des appareils conidifères (Polypores, Fistuline, etc.).

Chez les formes les plus inférieures, les basides sont disséminées sur un thalle filamenteux (*Exobasidium*) ; chez les autres il y a un réceptacle fructifère plus ou moins complexe, charnu ou subéreux, tapissé sur au moins une partie de sa surface par un hyménium continu, tantôt lisse, tantôt ornementé (côtes, pointes, lamelles, pores, etc.). L'hyménium est lui-même composé de basides qu'on peut trouver à un même moment à tous les stades de développement ; c'est que, de façon générale, les éléments constitutifs de la couche fertile peuvent tous évoluer en basides, bien que parfois on rencontre des éléments différenciés, plus courts que les basides qu'ils séparent et souvent appelés improprement paraphyses, dénomination qu'ils partagent avec les basides jeunes, et qui ne correspond nullement avec ce qu'on désigne du même nom chez les Ascomycètes.

Souvent on trouve sur l'hyménium des *cystides*, cellules stériles, hyalines ou colorées ; elles émergent des parties profondes de l'hyménium, aussi est-il rationnel de les considérer non comme des basides avortées, mais comme la terminaison de rameaux stériles, jouant peut-être un rôle de sécrétion.

L'évolution de la baside est assez simple chez les Hyménomycètes ; le noyau unique résultant de la fusion des noyaux de la baside jeune se divise deux fois de suite dans un plan perpendiculaire à l'axe de la baside, qui renferme alors quatre noyaux à deux chromosomes à la suite de la réduction chromatique. La baside acquiert vers son sommet quatre stérigmates qui bourgeonnent à leur pointe, produisant les basidiospores ; les noyaux émigrent isolément vers celles-ci, s'étirent pour traverser le stérigmate et reprennent leur forme dans la spore.

Le mycélium provenant de la germination d'un basidiospore possède des cellules uninucléées ; plus tard il renferme un dikaryon et bien souvent les filaments à éléments binucléés se reconnaissent de suite à la présence au niveau des cloisons de séparation, de boucles ou anses d'anastomose mettant en communication les cellules voisines

On sait maintenant, depuis les recherches de différents mycologues (M[lle] Bensaude, Vandendries, etc.), que les mycéliums pourvus de dikaryons (diplophase) sont seuls fertiles et que la formation de la première cellule à dikaryon (fécondation) peut se faire par fusion du plasma de deux cellules appartenant, selon les espèces, soit à un même mycélium (espèces homothalliques), soit à des myceliums issus de spores différentes (espèces hétérothalliques). Nous retrouvons ici une notion que nous avons déjà signalée chez les Siphomycètes (voir p. 31) et qui sera sans doute un jour étendue aux autres groupes de Champignons.

C'est en se basant sur les caractères de l'appareil fructifère qu'on peut classer les Autobasidiomycètes de la façon suivante :

A. **Hétérobasidiées**. — Réceptacle ordinairement gélatineux, à baside souvent atypique ; basidiospores germant par spore secondaire. Ce groupe comprend plusieurs familles dont une seule, les *Exobasidiacées*, nous intéresse ici.

B. **Homobasidiées**. — Réceptacle très variable, charnu ou subéreux ; basides normales ; basidiospores germant par filament. On y range :

1° Les *Aphyllophorales* à réceptacle fructifère nu dès l'origine, souvent dur et coriace ; hyménium à croissance indéfinie, s'étendant peu à peu par apparition de nouvelles basides. Plusieurs familles rentrent dans cette série, notamment les *Clavariacées*, les *Corticiacées*, les *Hydnacées* et les *Polyporacées*.

2° Les *Hémiangiocarpes* à réceptacle entouré dans le jeune âge d'une enveloppe générale (souvent fugace) ; hyménium nettement limité dès le début, ordinairement disposé sur des lamelles rayonnantes (famille des *Agaricacées*).

4° Les *Angiocarpes* ou *Gastéromycètes* à réceptacle creusé de cavités closes tapissées par l'hyménium (1).

Nous ne parlerons ici que des familles suivantes, les seules renfermant des parasites : 1° *Exobasidiacées ;* 2° *Clavariacées ;* 3° *Corticiacées ;* 4° *Hydnacées ;* 5° *Polyporacées ;* 6° *Agaricacées*.

1° EXOBASIDIACÉES.

Cette famille ne renferme que des espèces parasites dont le mycélium pénètre les tissus vivants de quelques Phanérogames : il envoie dans l'intérieur des cellules des suçoirs et fructifie au dehors ; les basides, isolées les unes des autres, donnent naissance à des spores qui germent par bourgeonnement en produisant des conidies-levures.

Les Exobasidiacées ne comprennent guère que le genre *Exobasidium* dont la plupart des espèces attaquent les Ericacées et y produisent fréquemment des hypertrophies charnues, de véritables galles, comme, par exemple, l'*Exobasidium Vaccinii* (Fuck). Woron, sur les *Vaccinium*, l'*Exobasidium Rhododendri* Cramer sur les *Rhododendron*.

Une espèce voisine des deux précédentes a apparu depuis quelques années sur les Azalées des jardins d'Europe ; elle produit des galles charnues qui déforment les feuilles et les extrémités des rameaux. On n'est pas bien fixé sur l'origine de ce parasite sans doute introduit, ni même sur son identité réelle, les uns le rattachant à l'*Exobasidium discoideum* Ellis, espèce américaine, d'autres à des formes d'Extrême-Orient.

On a rattaché au même genre sous le nom d'*Exobasidium Vitis* Prill. et Delacr. (*Aureobasidium Vitis* Viala et Boyer), un champignon qui parfois envahit au printemps les feuilles et en automne les fruits de la vigne et se présente sous forme

(1) Les Angiocarpes sont de simples saprophytes ; cependant G. Istvanffy a signalé le parasitisme sur la Vigne d'une espèce qu'il rattache à l'*Ithyphallus impudicus* (L.) Fr. et qui, d'après ses descriptions et ses figures, doit être rapportée à une forme très voisine, mais spécifiquement distincte, l'*Ithyphallus imperialis* (Schulzer). Le mycélium, agrégé en cordonnets, pénètre les racines ; les feuilles jaunissent et se dessèchent.

de petites pustules blanches ressemblant à du plâtre et constituées par des bouquets de filaments. Certaines de ces hyphes se renflent en une masse sur laquelle bourgeonnent en nombre variable des spores sessiles. Ce sont ces organes qu'on a assimilés à des basides et à des basidiospores, mais il faut avouer que la ressemblance est toute superficielle ; l'irrégularité du nombre des spores, l'absence de stérigmates sont des caractères qui ne se rencontrent jamais chez les vrais *Exobasidium*, mais qui par contre établissent un parallélisme étroit entre le Champignon de la Vigne et des formes imparfaites connues sous le nom de *Dematium*. Ces formes, extrêmement répandues dans la nature, semblent capables de devenir parfois parasites ; on y retrouve souvent un faux aspect de basides avec des conidies tout à fait analogues aux prétendues basidiospores de l'*E. Vitis* et se développant de façon semblable, par bourgeonnement à la manière des levures.

Quoi qu'il en soit, il s'agit d'un parasite peu répandu ; ses dégâts, en général insignifiants, peuvent cependant acquérir une certaine importance dans les printemps et les automnes chauds et humides. Les traitements essayés n'ont donné que des résultats incomplets.

2° CLAVARIACÉES.

Dans cette famille, les réceptacles fructifères, toujours charnus, se présentent sous la forme d'une tige dressée, droite et simple, ou d'un arbuscule ramifié dont l'hyménium tapisse la surface. Presque tous ces Champignons se développent sur la terre ou sur des végétaux en décomposition ; les quelques espèces qu'on a signalées comme parasites appartiennent au genre *Typhula*, dont les fructifications consistent en une masse grêle, fertile, portée par un pédicelle allongé et stérile ; souvent ces appareils naissent d'un sclérote.

Typhula variabilis Riess (pl. XXX, fig. 1-3). — Cette espèce, généralement saprophyte, a été rencontrée par Prillieux sur des Betteraves provenant d'Espagne ; son mycélium blanc

pénètre et désorganise les tissus, puis, quand les matières nutritives sont épuisées, il s'organise à la surface des racines en petits sclérotes bruns (*Sclerotium Semen*), d'environ 2 millimètres de diamètre. Ces sclérotes sont constitués par des filaments enchevêtrés, incolores dans toute la partie centrale, à membrane brune et fortement épaissie à la périphérie. Ils peuvent persister assez longtemps à l'état de vie latente et germent, quand les conditions deviennent favorables, en produisant une petite tige blanche, de 1 à 2 centimètres de long, poilue à la base et portant à son sommet une massue allongée où les filaments se terminent par des basides à quatre spores ovoïdes et incolores.

Cette maladie ne paraît pas exister en France ; on n'en connaît pas le traitement.

Quelques autres *Typhula* ont été considérés comme parasites, par exemple le *Typhula graminum* Karst. sur le Blé.

3° CORTICIACÉES.

Dans cette famille, les réceptacles fructifères sont constitués par une lame mycélienne ordinairement coriace, appliquée directement sur le support, ou bien plus ou moins libres et formant chapeau. L'hyménium est lisse, traversé ou non de cystides ; les spores sont toujours incolores.

On range dans cette famille les genres *Corticium* et *Stereum*.

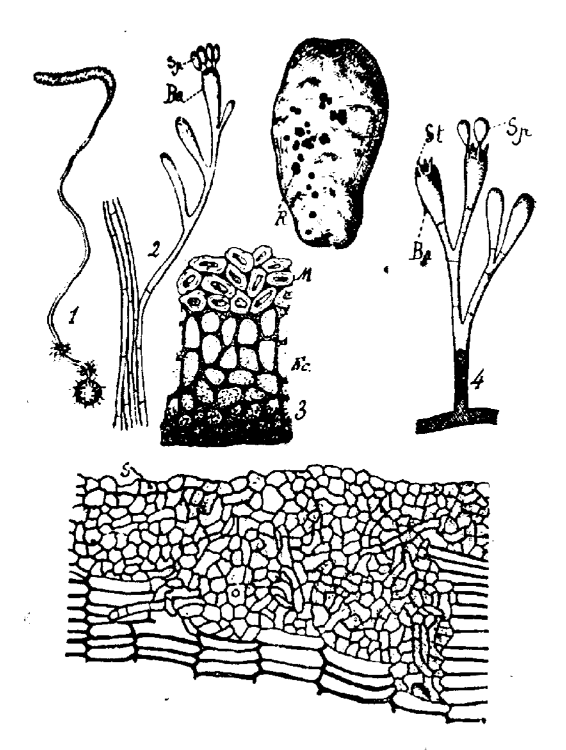
Genre **Corticium** Fr.

Les *Corticium* ont une structure simple ; ils sont formés d'une plaque mycélienne appliquée à la surface du support et constituée par un feutrage tantôt serré, tantôt lâche et floconneux (*Hypochnus*) ; l'hyménium recouvre directement ce feutrage et est formé par une couche de basides portant des spores incolores, parfois traversée de cystides.

Les *Corticium* vivent presque tous en saprophytes sur les végétaux morts ; quelques espèces, en se développant sur

PLANCHE XXX

Clavariacées. Corticiacées.



Typhula variabilis. — 1, fructification avec son sclérote. — 2, filament fertile terminé par une baside *Ba*. — 3, coupe de sclérote; *Ec*. portion corticale noire; M., portion médullaire hyaline.

Corticium Solani. — 4, baside *Ba* et spores *Sp*. — 5, tubercule de Pomme de terre portant les scléroses *R* de la forme stérile (*Rhizoctonia Solani*). — 6, coupe d'une sclérote pénétrant et détruisant le périderme d'un tubercule.

le bois ouvré, peuvent en amener la pourriture sèche et causer ainsi des dommages ; enfin il en est d'autres qui sont de véritables parasites.

Corticium Solani Prill. et Delacr. (pl. XXX, fig. 4-6). Ce Champignon fut observé pour la première fois aux environs de Paris par Prillieux et Delacroix sur la base des tiges de la Pomme de terre qu'il recouvrait d'un feutrage membraneux, lâche, blanchâtre ou grisâtre, brunissant en vieillissant ; les spores sont ovales ou un peu allongées, hyalines.

Erikson a retrouvé la même espèce en Suède et a pu constater que le feutrage aérien se prolongeait sous terre sur les racines et les stolons jusqu'aux tubercules où il se condense en petits sclérotes noirs. Ces sclérotes étaient connus depuis longtemps sous le nom de *Rhizoctonia Solani* Kühn, mais on ne leur connaissait pas de fructifications. Ce sont de petites masses stromatiques, de 2 à 3 millimètres de diamètre, constituées par un pseudo-parenchyme assez homogène, fortement adhérentes au support qu'elles pénètrent, mais peu profondément.

Ce rattachement du *Rhizoctonia Solani* au *Corticium Solani* comme forme souterraine stérile ne fait que confirmer l'opinion déjà émise par Rolfs qui le rattachait au *Corticium vagum* B. et C. var. *Solani* Burt., forme qui ne diffère certainement pas du C. *Solani* P. et D.

Le *Corticium Solani* ne cause pas par lui-même des dommages importants, mais les tubercules atteints sont exposés à devenir la proie de parasites variés qui s'y introduisent par les perforations que les sclérotes font subir au périderme.

Le seul traitement à préconiser consiste à rejeter comme semences les tubercules malades.

Ajoutons que ce parasite ne paraît pas spécial à la Pomme de terre ; il fut rencontré dans le centre de la France sur diverses plantes vivantes (Bourdot) et il est probable que le *Corticium* (Hypochnus) *Cucumeris* Frank, rencontré en Allemagne et en Italie sur les concombres et quelques autres végétaux (Lupin, Trèfle), n'en est pas différent.

Corticium Eriksonii nov. nom. (*Hypochnus violaceus* Erikss.). — On désigne sous le nom de *Rhizoctonia violacea*

Tul. un parasite de nombreuses plantes sur lequel nous reviendrons plus loin ; on ne le connaissait que sous une forme stérile jusqu'aux travaux récents d'Eriksson.

D'après Eriksson, en effet, la forme de *Rhizoctonia* qui attaque les racines de Carotte, transportée sur diverses plantes (*Stellaria, Myosotis, Galeopsis, Urtica, Sonchus*, Rave, Pomme de terre, etc.), peut s'y développer, mais sans prendre une grande extension et sans détruire les racines ; par contre, le mycélium, exclusivement souterrain sur la Carotte, gagne la base de la tige, l'entoure d'une enveloppe membraneuse rose qui se couvre de basides et de spores. C'est un *Corticium* analogue au *Corticium Solani*, mais différent surtout par sa couleur.

Il est à remarquer que le Champignon reste indéfiniment stérile sur la Carotte dont il détruit les tissus, tandis qu'il fructifie facilement sur d'autres plantes sur lesquelles il se comporte presque en saprophyte. Eriksson rapproche ces faits de l'hétérœcie des rouilles ; il est beaucoup plus simple et rationnel de n'y voir que la conséquence du changement de milieu et des modifications apportées à la nutrition du Champignon.

Il est fort vraisemblable que les autres formes de *Rhizoctonia violacea* appartiennent également au cycle de développement de *Corticium ;* mais le fait n'est pas encore démontré, aussi reviendrons-nous sur ces formes à propos des Champignons stériles.

Genre **Stereum** (Pers.) Fr.

Les fructifications des *Stereum* sont beaucoup mieux différenciées que celles des *Corticium ;* ce sont des réceptacles coriaces, résupinés, c'est-à-dire appliqués par le dos sur la plante nourricière, ou bien libres et atténués en un pied court ; la surface supérieure est le plus souvent zonée, parfois poilue ; l'inférieure lisse est constituée par l'hyménium. Les basides sont souvent entremêlées de cystides, les spores ovoïdes ou cylindriques, incolores.

Quelques *Stereum* sont des parasites de blessure ; les autres,

de beaucoup les plus nombreux, vivent en saprophytes sur le bois mort.

Stereum frustulosum Fries (*Thelephora Perdix* Hartig) (pl. XXXI, fig. 1-4). — Cette espèce, étudiée par Hartig, attaque les Chênes, dans lesquels le mycélium pénètre par des plaies ; la lésion qu'elle produit est très caractéristique.

Par son action sur les tissus, le mycélium amène d'abord la formation de gomme de blessure, d'où brunissement ; puis, dans son développement ultérieur, il détruit cette gomme en même temps qu'il attaque les éléments du bois : la matière intercellulaire disparait la première ; le bois se résout alors en une sorte de charpie blanche où se reconnaissent les fibres et les vaisseaux complètement dissociés ; la membrane de ces éléments est elle-même attaquée par les sécrétions du mycélium, elle est délignifiée, perd toute solidité et finit par se désagréger complètement. Comme cette attaque ne se fait pas dans toute la masse, on voit apparaitre dans le bois bruni des taches blanches qui s'agrandissent peu à peu et finissent par se transformer en cavités tapissées d'un revêtement mycélien blanc et allongées suivant le sens radial et surtout suivant l'axe de la tige.

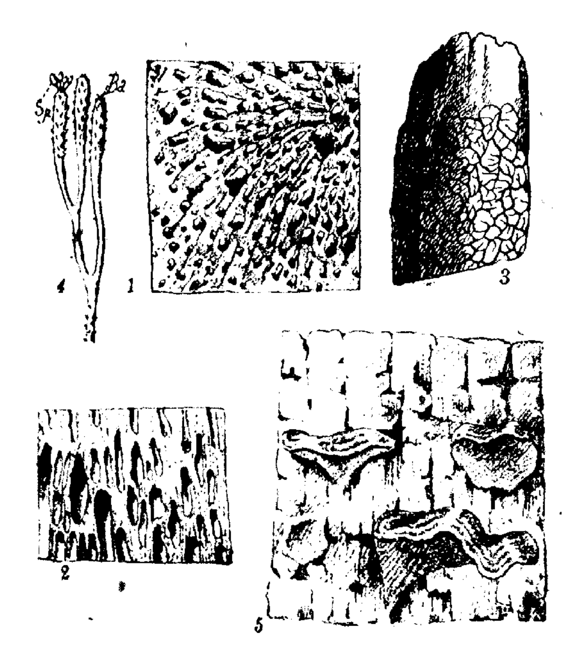
Les fructifications apparaissent dans les régions où le bois est mis à nu sous forme de petits réceptacles résupinés, grisâtres, arrondis quand ils sont isolés, mais souvent rapprochés en une large plaque craquelée Ces réceptacles sont vivaces et s'accroissent chaque année en épaisseur par la production à leur surface extérieure d'une nouvelle couche hyméniale superposée à celle de l'année précédente. Les basides sont allongées et couvertes de fines aspérités ; elles portent quatre spores incolores, ovoïdes.

Le traitement est celui des plaies infectées ; nous en parlerons à propos des Polypores.

D'autres Champignons du même groupe produisent des lésions analogues ; c'est, par exemple, le cas pour l'*Hymenochaete rubiginosa* (Dicks.) Lév., espèce assez fréquente sur Chêne et Châtaignier, en saprophyte ou en parasite ; l'altération, à développement lent, ressemble beaucoup à celle du *Stereum frustulosum* ; les fructifications sont étalées ou pré-

Planche XXXI

Corticiacées.



Stereum frustulosum. — 1, coupe transversale de bois de Chêne attaqué. — 2, coupe longitudinale du même. — 3, les fructifications sur Chêne. — 4, basides *Ba* et spores *Sp*.

Stereum hirsutum. — 5, fructifications sur écorce de Chêne.

sentent une partie relevée, veloutée, rouillée; l'hyménium, brun foncé, est traversé de nombreuses cystides subulées, très saillantes.

Stereum hirsutum (Willd.) Fries. (pl. XXXI, fig.5). — Cette espèce est très répandue, mais généralement c'est un simple saprophyte sur les branches mortes. Dans certains cas, *cependant, le mycélium peut pénétrer par une plaie, souvent à la base du tronc. L'arbre envahi présente des zones concen*triques brunes, puis blanches, où les éléments sont délignifiés sans que la lamelle intermédiaire des cellules soit détruite Les fructifications apparaissent sur les parties mortes; ce sont des chapeaux adhérents au support par leur partie inférieure; la face supérieure est irrégulièrement zonée et couverte de poils raides; l'intérieure est fertile, lisse, colorée en jaunâtre. Les basides sont cylindriques, munies de quatre longs stérigmates.

On a signalé aussi cette espèce sur la vigne où elle produit une maladie analogue à celle que nous décrirons plus loin pour le *Polyporus igniarius*.

Stereum purpureum Pers. — Divers auteurs, Percival, Güssow, etc., ont attribué à ce *Stereum* une maladie qui attaque divers arbres, notamment le Prunier, et est connue sous le nom de *plomb*. Il est possible que le *Stereum purpureum*, envahissant la base d'un arbre, détermine sur les feuilles l'apparition des symptômes du plomb, c'est-à-dire une coloration d'un gris métallique, mais il semble que dans bien des cas cette coloration apparaisse en dehors de tout parasite.

Quoi qu'il en soit, le *Stereum purpureum* forme des réceptacles résupinés, à bords plus ou moins relevés, tomenteux et blanchâtres en dessus, lilas à la face inférieure fertile. Ces fructifications se montrent en général très nombreuses et disposées en étages sur le bois mort. On ne sait pas par quel mécanisme l'invasion du bois produit à distance sur les feuilles la lésion du plomb, nettement caractérisée par la dissolution des lamelles moyennes des cellules et l'interposition de lames d'air (d'où l'aspect plombé ou argenté).

4° HYDNACÉES.

Dans cette famille, l'hyménium est disposé à la surface de pointes saillantes. Quelques parasites de blessure appartiennent au genre *Drydon* Quél., séparé de l'ancien genre *Hydnum*.

Dryodon diversidens (Fr.) Quél. (*Hydrum diversidens* Fr.) (pl. XXXII, fig. 4). — Le mycélium de ce Champignon *pénètre par des plaies (plaies d'élagage, branches brisées) le tronc des Chênes et des Hêtres et en détruit le bois à la* façon des Polypores : il s'y forme d'abord de la gomme de blessure, bientôt consommée par le mycélium, ce qui amène une décoloration, un jaunissement du bois primitivement bruni ; puis les fibres sont détruites et dissoutes par les sécrétions mycéliennes sans être séparées les unes des autres.

Les fructifications se forment sur les parties tuées ; elles sont charnues, blanchâtres, tantôt résupinées, tantôt en forme de consoles recouvertes de pointes à la face inférieure ; les aiguillons sont nombreux, très allongés, recouverts d'un hyménium dont les basides portent quatre spores ovoïdes à l'extrémité de longs stérigmates. Ces fructifications sont persistantes, et chaque année les pointes se couvrent d'un nouvel hyménium ; on peut en rencontrer qui possèdent jusqu'à huit couches hyméniales superposées.

Cette espèce est assez rare en France, mais beaucoup plus répandue dans l'Europe orientale. Le traitement est le même que celui des Polypores.

Dryodon luteo-carneum (Secr.) Quél. (*Hydnum Schiedermayeri* Heufler). — C'est un parasite de Pommier, heureusement rare en France. Le bois est coloré en jaune verdâtre, puis désorganisé ; il se forme des cavités où s'établissent les fructifications du Champignon : ce sont de grosses masses irrégulières, mamelonnées, jaunes, portant de longues aiguilles pendantes.

5° POLYPORACÉES.

Cette famille, beaucoup plus importante que les précédentes, est composée d'espèces généralement de grande taille, annuelles ou pérennantes, et de consistance coriace ou subéreuse, plus

rarement charnue. La surface hyméniale est typiquement creusée de pores, mais peut présenter de grandes variations ; parfois ce sont de véritables lames rayonnantes, coriaces, qui portent les basides ; des lames peuvent être réunies par des veines transversales ; dans d'autres types, les pores, normalement arrondis ou anguleux, se transforment en sinuosités irrégulières. La structure des tubes allongés et parallèles qui constituent l'hyménium normal des Polyporacées est analogue à celle des lames des Agaricacées ; les basides, parfois accompagnées de cystides, tapissent l'intérieur de ces tubes et naissent d'une couche de filaments lâches, la couche sous-hyméniale. Des filaments plus serrés constituent le reste de la paroi des tubes et les soudent entre eux ; ils sont l'homologue de la couche médullaire des lames des Agaricacées.

Chez les Polyporacées le développement de l'hyménium est successif, c'est-à-dire que l'hyménium est d'autant plus âgé qu'il est plus rapproché de la base de la plante ; tandis que, chez les Agaricacées, il est nettement limité dès le début et ne présente pas cet accroissement centrifuge.

Une autre différence entre les deux familles, c'est que, chez les Polyporacées, l'hyménium est toujours nu à tous ses stades de développement, tandis que, chez les Agaricacées, tout le Champignon est d'abord enfermé dans une enveloppe générale.

Ajoutons que les Polypores présentent parfois des fructifications conidiennes.

Genre **Polyporus** Fries.

Ce genre comprend des Champignons, le plus souvent lignicoles, caractérisés par leurs tubes soudés sur toutes leur longueur, formant une couche distincte du reste du réceptacle, tapissés intérieurement par l'hyménium, mais stériles à leur orifice.

Ainsi limités, les Polypores forment un groupe très nombreux que divers auteurs ont divisé en plusieurs genres, en se basant sur la consistance du réceptacle, la couleur des spores, etc. ; nous ne pouvons entrer dans le détail de ces genres, qui n'offrent à notre point de vue qu'un intérêt secondaire.

PLANCHE XXXII

Hydnacées-Polyporacées.



Dryodon diversidens. — 4, coupe longitudinale dans une fructification.
Polyporus sulfureus. — 5, une fructification sur Châtaignier ; *H.*, l'hyménium. — 5 *bis*, basides *Ba* et spores *Sp.*
Polyporus hispidus. — 6, un réceptacle sur Mûrier : *H.*, l'hyménium. — 6 *bis*, une baside avec ses spores.

Beaucoup de Polypores peuvent parasiter les arbres forestiers ou fruitiers en y pénétrant par des plaies (branches brisées, plaies d'élagage, blessures causées par les insectes ou autres animaux, gélivures, etc.) ; le mycélium se développe dans le bois et en amène une altération qui, variable suivant les espèces, aboutit à la délignification des tissus et en leur transformation en une masse friable, sans consistance. Ces altérations sont certainement dues à l'action de diastases et l'on a pu mettre ainsi en évidence une oxydase agissant sur le tannin.

Polyporus sulfureus (Bull.) Fr. (pl. XXXII, fig 5). — Ce Champignon est très répandu sur un grand nombre d'arbres : Chêne, Noyer, Peuplier, Poirier, Châtaignier, etc., dans lesquels son mycélium pénètre toujours par des blessures. Le bois envahi prend d'abord une coloration fauve due à l'accumulation d'une matière insoluble, amorphe, analogue à la gomme de blessure ; puis, cette substance disparaissant, le bois pâlit et se crevasse dans deux directions perpendiculaires ; les fentes se couvrent d'un feutrage mycélien épais et blanc. Les tissus délignifiés ont alors perdu toute consistance et se réduisent facilement en poussière. Toute la partie malade est limitée par une ligne étroite, d'un noir intense.

Les fructifications sont de deux sortes : il se forme des conidies tantôt dans l'intérieur même du bois (Hartig), tantôt dans des réceptacles à basides, tantôt enfin dans des réceptacles spéciaux (*Ptychogaster aurantiacus* Pat.) ; ces conidies sont globuleuses et naissent solitaires à l'extrémité de filaments très ramifiés (de Seynes).

Bien plus fréquemment on rencontre les réceptacles à basides : ce sont des chapeaux horizontaux, disposés les uns au-dessus des autres et réunis à la base ; l'ensemble forme une masse charnue, assez molle, qui par dessiccation devient fragile et cassante. La partie supérieure, d'un jaune-soufre au début, devient orangée ou rougeâtre, souvent chamois à la fin ; l'inférieure porte des tubes dont les orifices sont arrondis, d'un jaune de soufre.

Polyporus (*Spongipellis*) **borealis** Fr. — Ce parasite attaque les résineux, Sapin et Épicéa, dans les régions monta-

gneuses. Son mode d'action rappelle celui du *Polyporus Schweinitzii*. Les fructifications apparaissent sur les bois abattus sous forme de chapeaux réniformes, fixés latéralement, charnus, blancs, puis devenant subéreux et brunâtres ; la chair est fibreuse, blanche ; les pores sinueux, blancs, puis ocracés.

Polyporus (*Phæolus*) **Schweinitzii** Fr. — Cette espèce attaque la partie inférieure du tronc et le sommet des racines des Pins âgés ; seul le cœur du bois est envahi par le mycélium et coloré en rouge brun ; il devient léger, cassant, puis se crevasse. Les fructifications, souvent très volumineuses, sont pourvues d'un pied irrégulier ; d'abord spongieuses, elles deviennent dures en vieillissant : la chair est colorée en brun ; la face supérieure est velue, d'un fauve cannelle, l'inférieure munie de tubes courts, jaunes, puis bruns ; les spores sont ovoïdes, incolores.

Polyporus (*Xanthochrous*) **hispidus** Bull. (pl. XXXII, fig. 6). — Les arbres feuillus, Pommier, Poirier, Noyer, Mûrier, sont attaqués par ce Champignon, qui se présente sous forme de consoles épaisses, convexes en dessus, à chair fibreuse, jaune et molle dans la jeunesse, puis devenant dure en vieillissant. La face supérieure est couverte de nombreux poils agglutinés et colorée en orange, puis en brun ferrugineux avec le bord plus pâle ; l'inférieure est jaune et percée des orifices arrondis des tubes. Les spores sont ovoïdes, jaunes. Il y a généralement des cystides subulées jaunes. Tout le Champignon prend en vieillissant une couleur noire, se dessèche en restant fixé à l'arbre et s'élimine par fragments.

L'infection se fait par la germination des spores sur une blessure, branche brisée et coupée ; le mycélium, blanc et très ténu, gagne le cœur de l'arbre, le bois y brunit, puis, complètement délignifié, se transforme en une masse blanche sans consistance, qui bientôt fait place à une cavité occupant le centre de l'arbre. L'arbre attaqué peut vivre tant que les dernières couches de bois formées n'ont pas encore été atteintes par le mycélium ; mais il a perdu toute solidité et peut être facilement brisé par le vent. Toute la partie atteinte est séparée du bois encore sain par une ligne brune où une substance d'apparence gommeuse remplit les vaisseaux et les fibres.

Polyporus (*Xanthochrous*) **Pini** Pers. (*Trametes Pini* Fr.), (pl. XXXIII, fig. 10, et p. XXXIV, fig. 1). — Ce Champignon est la cause de la « pourriture rouge du Pin » ; il se rencontre aussi, mais plus rarement, sur le Mélèze et l'Épicéa. Le mycélium, issu de la germination d'une spore sur une plaie, se développe dans le cœur du bois des arbres âgés ; les jeunes branches sont protégées contre l'infection par l'abondance de la résine qui suinte de leurs blessures. Le Champignon se répand d'une part selon l'axe de la tige et de l'autre dans le sens transversal, en suivant les couches annuelles du bois, de façon à former un croissant ou un anneau complet. Dans la partie atteinte, le bois de printemps est détruit le premier ; il brunit et se creuse de cavités tapissées par le mycélium ; le bois d'automne, plus dense et plus riche en résine, résiste mieux et persiste seul sous forme de feuillets isolés par la destruction des couches de printemps. L'invasion ne gagne pas vers la périphérie, grâce à une incrustation de résine sur le bord de la partie malade ; aussi l'arbre peut-il résister longtemps au parasite ; mais son bois a perdu toute valeur.

Les chapeaux sont d'un brun ferrugineux, noircissant avec l'âge, à surface rugueuse et zonée concentriquement, de consistance ligneuse très dure ; les pores sont grands, hexagonaux ou allongés, d'un jaune d'ocre ; l'hyménium porte, outre les basides, des cystides brunes, allongées et aiguës à l'extrémité ; les spores sont jaune pâle, puis ocracées, ovoïdes.

Traitement. — Exploiter de suite les arbres atteints, avant que leur bois ait perdu toute valeur commerciale ; on évitera ainsi la formation des réceptacles et la dissémination du *Trametes Pini*.

On peut encore citer, comme appartenant au même groupe de Polypores, le *Polyporus* (Xanthochrous) *Ribis* Fr., fréquent à la base des Groseilliers, mais sans leur nuire sensiblement.

Polyporus (*Ungulina*) **annosus** Fries (*Trametes radiciperda* Hartig) (pl. XXXIII, fig. 7 et 11). — Cette espèce, étudiée avec soin par Hartig, se rencontre surtout sur les résineux, Épicéas et Pins, plus rarement sur les feuillus sur lesquels elle ne prend jamais une grande extension. Quoique les arbres âgés soient plus souvent atteints, le parasite peut aussi

Planche XXXIII

Polyporacées.



Polyporus annosus. — 7, réceptacles fructifères sur une grosse racine. — 7 *bis* portion de la coupe transversale d'un tube montrant les basides *Ba*, et leurs spores *Sp*; 11, forme conidienne.

Polyporus fomentarius. — 8, un réceptacle sur Hêtre. — 9, orifice des tubes de l'hyménium (grossi à la loupe).

Polyporus Pini. — 10, hyménium ; *Ba*, basides ; *Sp.*, spores; *Cy.*, cystides ; *Sh.* couche sous-hyménienne.

s'attaquer à des arbres jeunes (quatre à cinq ans) et les tuer.

L'infection se fait par la germination des spores sur des blessures, au collet ou à la partie supérieure des racines de l'arbre; de là le mycélium gagne en profondeur les racines et aussi remonte jusqu'à une certaine hauteur dans le tronc. La rapidité d'évolution de la maladie varie avec le point d'attaque ; ainsi, si l'infection s'est produite sur une grosse racine, l'arbre peut périr en quelques mois.

Hartig a montré que, en dehors de ce mode d'infection par spore, le *Polyporus annosus* pouvait aussi se répandre par simple contact d'une racine malade avec une racine saine, la propagation se fait dès lors dans le sol tout autour d'un arbre atteint, et la maladie gagne rapidement, surtout dans les massifs résineux purs.

Dans le bois attaqué, les rayons médullaires prennent d'abord une coloration brune due à une matière gommeuse qui sert de nourriture au mycélium ; puis celui-ci pénètre dans les éléments ligneux en perforant leur membrane, les délignifie, les dissocie et transforme le bois en une sorte de charpie blanche sans cohésion. L'écorce, également imprégnée de filaments mycéliens, se crevasse et porte de petites masses stromatiques capables, comme nous l'avons dit, de pénétrer directement une racine saine.

Les fructifications apparaissent sur les racines mortes ou à la base du tronc : généralement elles sont résupinées ; leur face stérile, plus ou moins accolée à la plante nourricière, est irrégulièrement bosselée, rugueuse, d'un brun-chocolat, puis noire et brillante : les tubes sont longs, blancs, ainsi que la chair. Les spores ovoïdes, hyalines, sont portées par des basides en massue. Ces réceptacles sont vivaces; chaque année les tubes se remplissent d'un feutrage mycélien qui, l'année suivante, produit une nouvelle couche de tubes superposées à l'ancienne.

En dehors de ces basidiospores, le *Polyporus annosus* peut aussi se reproduire par des conidies qui se forment tant sur les racines que dans les cultures artificielles (Brefeld) ; les conidiophores sont des filamentss dressés, simples ou ramifiés,

renflés à leur sommet, qui se couvre de conidies portées par de fins stérigmates.

Traitement. — Par son mode de vie et sa propagation souterraine, le *Polyporus annosus* s'éloigne des autres Polypores ; le traitement est celui que nous indiquerons pour les Pourridiés et notamment l'*Armillariella mellea*, qui présente avec lui de grandes analogies dans son développement. Les tranchées faites autour des taches pourront arrêter l'extension du mal, pourvu qu'elles englobent tous les arbres atteints, même si aucun signe extérieur ne montre encore la présence du Champignon.

Ajoutons que les forêts où les feuillus sont mélangés aux résineux sont moins gravement atteintes que les peuplements de résineux purs

Polyporus (*Ungulina*) **betulinus** Fr. — Cette espèce, très répandue sur les bouleaux, est capable de pénétrer par des blessures dans le tronc et les branches et d'en amener assez rapidement la destruction. Le mycélium envahit l'écorce, le liber et surtout le bois qui brunit, puis se décolore et se délignifie ; il n'en subsiste que la lame intermédiaire des membranes, en sorte que le tissu perd toute consistance et se désagrège sous la simple pression des doigts. Les fructifications, qui apparaissent en été sous la forme de masses globuleuses blanches, sont mûres en automne ; ce sont des chapeaux épais à surface supérieure grise, lisse, et à face inférieure blanche, percée de pores fins, arrondis. Les spores sont blanches, cylindriques arquées.

Polyporus (*Ungiluna*) **fomentarius** (L.) Fr. (pl. XXXIII, fig. 8-9). — Ce Champignon, connu sous le nom d'Amadouvier, s'attaque surtout au Hêtre, plus rarement à d'autres feuillus (Chêne, Peuplier etc.) ; il transforme le bois en une masse blanche, crevassée, sans consistance, où les éléments ligneux ont presque complètement disparu et sont remplacés par le mycélium du parasite ; toute cette partie atteinte est limitée par une ligne noire.

Les fructifications, qui peuvent atteindre de grandes dimensions, ont la forme d'un sabot de cheval ; la face supé-

rieure est couverte d'une sorte d'écorce très dure, grise ou blanchâtre, marquée de sillons concentriques ; la face fertile est plane, jaune à maturité et formée par les orifices ronds et très petits des tubes ; la chair, de couleur ferrugineuse, a la consistance du liège : les spores sont hyalines, oblongues. Ces réceptacles, qui se forment en peu de temps (Mangin), sont persistants et produisent chaque année une nouvelle couche de tubes. Ajoutons que les chapeaux servent à la préparation de l'amadou.

Des formes voisines peuvent se rencontrer, comme le *Polyporus Inzengae* de Not. (sur Peuplier) à croûte du chapeau presque blanche et le *P. nigricans* Fr. (sur Saule, Peuplier, etc.) à croûte noire brillante.

C'est au même groupe qu'il faut rattacher les espèces suivantes également parasites : *P. marginatus* Fr. : réceptacles à chapeau blanc, puis brun ou noir, croûte dure ; pores pâles ; chair pâle. Fréquent sur divers feuillus et résineux ;

P. fraxineus Fr. : chapeau aplati, bosselé, gris fauve à croûte noire. A la base des troncs des feuillus ;

P. ulmarius Fr., reconnaissable à ses pores de couleur orangée. A la base des vieux Ormes ou dans les troncs que son mycélium a creusé.

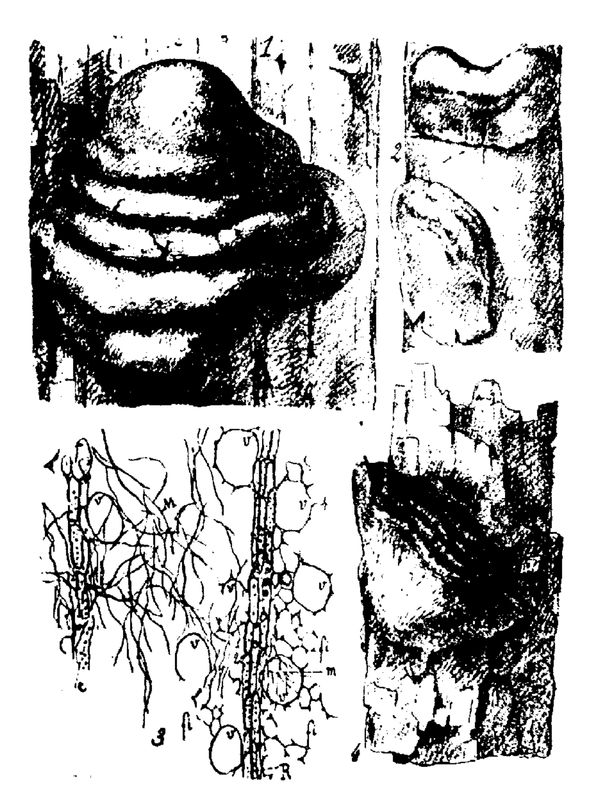
Polyporus (*Phellinus*) **igniarius** (L.), Fr. (pl. XXXIV, fig. 1). — Cette espèce, qui ressemble au *P. fomentarius*, s'en distingue par ses chapeaux fauves à bord plus pâle et finement veloutés dans leur jeune âge ; la chair est très résistante et ferrugineuse ; la face inférieure, brun cannellé, porte plusieurs couches superposées de tubes fins à pores arrondis ; il y a des cystides fauves ; les spores sont presque globuleuses, hyalines.

Le *Polyporus igniarius* attaque beaucoup de feuillus, Chêne, Saule, Hêtre, Charme, Peuplier, Poirier, etc. L'infection se fait par les branches brisées, souvent à la partie supérieure des arbres ; le mycélium gagne le bois de cœur, qui est transformé en une masse pâle, friable, séparée de la partie saine par une ligne brune et présentant des fentes concentriques, des sortes de lunures séparant les couches annuelles.

C'est à un polypore très voisin du *P. igniarius* que se rat-

Planche XXXIV

Polyporacées.



1, *Polyporus igniarius* sur Chêne.

2, *Polyporus fulvus* sur Prunier. — 3, coupe du bois de Prunier désorganisé par le mycélium *M.*; *R.*, rayon médullaire primaire; *r*, rayon médullaire secondaire; *Fi*, fibre dissociées; *v*, vaisseaux.

4, *Polyporus Pini* sur Pin.

tache une forme qui amène le desséchement brusque des rameaux ou des souches de la Vigne (Viala). Cet accident, connu sous le nom d' « esca », a été longtemps confondu avec des altérations physiologiques (apoplexie, folletage). Les pieds atteints ne présentent aucun caractère extérieur net, mais quand on les fend en long, on voit le bois, surtout dans les parties anciennes, transformé en une masse ressemblant à de l'amadou. L'évolution de la maladie, qui attaque surtout les vignes âgées, paraît lente et ce n'est souvent qu'au bout d'une dizaine d'années que la souche meurt, en général brusquement. C'est que le mycélium, ayant détruit tout le bois ancien (non fonctionnel), arrive par ses diastases à atteindre les couches jeunes, interrompant la marche de la sève et produisant la dessiccation des parties supérieures.

Les fructifications sont rares et il semble que plusieurs champignons puissent provoquer des altérations assez semblables ; c'est ainsi que le *Stereum hirsutum* a été observé dans ces conditions ; mais ce sont surtout des chapeaux résupinés, formant des croûtes marron peu visibles, percées de petits pores, qui paraissent se rattacher au *Polyporus igniarius* (1), bien que les cystides y soient rares (var. *vitisedus* Gard). Cette forme a été suivie en cultures pures par Viala qui, observant l'action néfaste sur son développement des sels arsénicaux, en a déduit un traitement : badigeonnage des plaies de taille ou pulvérisations des ceps après la taille avec une solution d'arsénite de soude à la dose de 1 kilogramme à 1 kg. 5 par hectolitre.

Polyporus (*Phellinus*) **Hartigii** Allescher. — Ce Champignon, qui n'est peut-être qu'une variété du *Polyporus igniarius*, ne se développe que sur les résineux, surtout sur le Sapin, dans lequel il pénètre généralement par les chaudrons dus à l'*Œcidium elatinum* (V. p. 127) Il amène la délignification du bois comme les espèces précédentes.

Polyporus (*Phellinus*) **fulvus** Fr. (*P. pomaceus* Fr.) (pl. XXXIV, fig. 2-3). — Cette espèce diffère du *Polyporus*

(1) D'après Bourdot et Galzin ces formes résupinées ressemblant à *Polyporus igniarius* constituent une espèce spéciale rattachée à *Poria Friesiana* Bres.

igniarius par ses chapeaux plus petits et à peine sillonnés ; le mode d'action est très analogue pour ces deux espèces. Le *P. fulvus* attaque les arbres fruitiers, le Prunier et le Pommier notamment ; une variété a été signalée sur l'Olivier par Hartig. Les parties attaquées se reconnaissent facilement : ce sont des plaques étroites, allongées, déprimées.

Polyporus (*Phellinus*) **dryadeus** Fr. — Cette espèce attaque le Chêne, plus rarement le Châtaignier ; par son mode d'action elle rappelle le *Polyporus Pini*, détruisant le cœur de l'arbre. Les fructifications sont facilement reconnaissables à leur chair d'abord tendre, puis subéreuse, rouillée ; la surface porte une croûte mince, blanchâtre au début et laissant suinter des gouttelettes brunes, puis jaune rouillé.

Polyporus (*Phellinus*) **cryptarum** Fr. — Cette espèce s'attaque au Chêne, non aux arbres sur pied, mais aux bois ouvrés, dans les lieux humides mal aérés ; elle peut devenir ainsi nuisible aux constructions à la façon du *Gyrophana lacrymans* auquel elle ressemble par son action ; le bois est transformé en une masse légère qui s'effrite facilement ; les ponctuations aréolées sont atteintes en premier lieu et se détachent de la paroi des vaisseaux. Les fructifications forment des plaques étalées, attachées au centre, à surface libre brune ou fauve ; les tubes sont très longs et stratifiés, la chair molle et spongieuse.

Polyporus vaporarius Fr. (*Poria vaporaria* Pers.). — On désigne habituellement sous ce nom des formes imparfaites de Polypores apparaissant sur les bois de construction, parfois sur les arbres sur pied. Le bois envahi brunit fortement, devient léger et friable, et se crevasse dans deux directions perpendiculaires. Le mycélium très abondant du parasite forme dans les fentes et à la surface du bois des lames et des cordons blancs veloutés ; les réceptacles sont rares : ils sont résupinés et se présentent sous forme de croûtes blanches formées presque uniquement des tubes fructifères.

Il est certain que ces formes assez mal définies se rattachent à des espèces diverses, par exemple, au *Poria sinuosa* Fr., qui vit sur le Pin, au *Poria bibula* Pers., sur Chêne et autres feuillus, etc.

Traitement des Polypores. — Si l'on en excepte le *Polyporus annosus*, parasite des racines, et les *P. vaporarius* et *cryptarum*, qui s'attaquent au bois de construction, tous les Polypores ont un même mode d'attaque et de développement et sont justiciables des mêmes méthodes de traitement. Comme ils s'introduisent toujours par des plaies, il ne faut pas négliger les traitements des blessures et en particulier recouvrir d'un onguent les plaies d'élagage. Dans quelques cas où la lésion est visible à son début (*Polyporus fulvus*, par exemple), on peut arrêter le mal en enlevant toute la partie atteinte et en obturant la plaie. Mais de telles opérations ne sont possibles que pour les arbres fruitiers ou d'ornement ; dans les forêts, il faut se contenter d'enlever les arbres atteints et les branches malades autant que possible avant l'apparition des réceptacles fructifères ; en abattant les arbres dépérissants, on s'opposera aussi au développement des Polypores, qui s'y introduisent fatalement et en achèvent la destruction. Ajoutons qu'il faut lutter contre les parasites, qui peuvent être des portes d'entrée pour les Polypores et autres parasites de blessure ; tels sont les balais de sorcière du Sapin.

Genre **Lenzites** Fr.

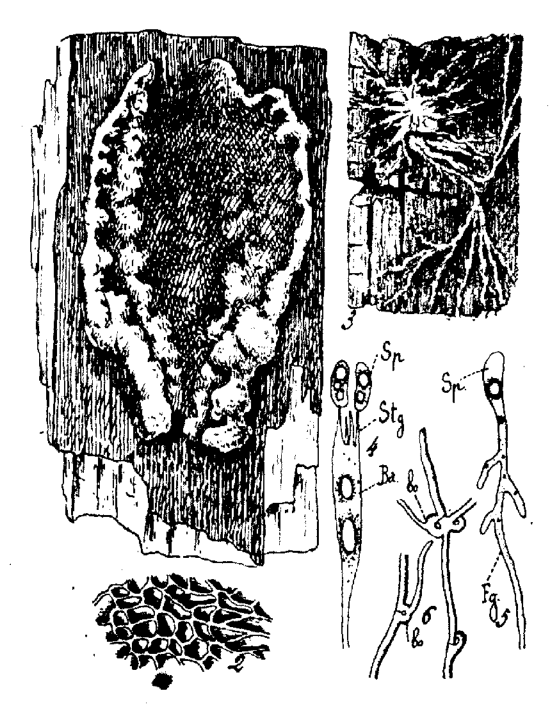
Les *Lenzites* sont caractérisés par leurs chapeaux coriaces, portant à la face inférieure des lames rayonnantes, souvent anastomosées à la base. Ce ne sont pas des parasites des arbres sur pied ; mais quelques espèces peuvent attaquer les bois de charpente et en amener une pourriture rouge comme les *Lenzites sæpiaria* Fr. et *abietina* Fr., qui se développent sur les résineux.

Genre **Gyrophana** Pat.

Dans ce genre, les tubes de l'hyménium sont réduits à des alvéoles peu profonds, irréguliers et séparés par des veines ou des cloisons épaisses, fertiles sur la tranche, caractère qui les distingue nettement des autres Polyporées. De plus, ces Champignons ont généralement une consistance gélatineuse. Les spores sont ocracées, alors qu'elles sont incolores

Planche XXXV

Polyporacées.



Gyrophana lacrymans. — 1, une fructification étalée sur bois de Sapin. — 2, les alvéoles de l'hyménium (grossi). — 3, le mycélium agrégé en cordons. — 4, baside et spores. — 5, germination d'une basidiospore *Sp.*, par un filament *Fg*. — 6, filaments mycéliens montrant les boucles, *bo*.

chez les *Merulius* avec lesquels on les a longtemps confondus.

Une seule espèce nous intéresse, le *Gyrophana lacrymans*, destructeur de charpentes ; mais on peut en rapprocher les *Coniophora* qui produisent des dommages analogues, mais dont l'hyménium (à spores ocracées) est lisse ou à peine tuberculeux, en sorte qu'on peut les regarder comme des formes dégradées de *Gyrophana*.

Gyrophana lacrymans (Wulf.) Pat. (*Merulius lacrymans* Fr.) (pl. XXXV). — Cette espèce, souvent appelée « Champignon des charpentes », « Champignon des maisons », a fréquemment causé de graves dégâts en détruisant les bois de charpente et en amenant l'effondrement des constructions. Les résineux, Pin et Pitchpin, sont surtout atteints : le Chêne n'est cependant pas à l'abri de ses ravages. Le bois attaqué se colore en brun jaunâtre, diminue de volume et par suite se fend dans deux directions perpendiculaires ; sec, il est pulvérulent ; placé à l'humidité, il se gonfle rapidement, devient onctueux et acquiert la consistance du beurre. Le mycélium imprègne complètement ses éléments ; à la surface, il forme un revêtement aranéeux blanc ou des cordons irréguliers qui, dans les locaux humides et peu aérés, s'étendent au loin, gagnent les murs et les bois voisins. A l'humidité, le mycélium se couvre de gouttelettes fortement acides renfermant une diastase capable de délignifier le bois. Les filaments mycéliens portent fréquemment au niveau des cloisons, comme l'a montré Hartig, des boucles qui font communiquer les deux cellules voisines et d'où partent des ramifications.

Les fructifications apparaissent à la surface des bois pourris ; ce sont des plaques minces, blanches au début, puis d'un brun ferrugineux au centre ; elles se couvrent de plis sinueux anastomosés, limitant des alvéoles irréguliers ; le fond de ces alvéoles, leur paroi et la tranche même des plis sont couverts d'un hyménium dont les basides allongées portent quatre spores elliptiques ou réniformes, d'un beau jaune. Ces spores conservent longtemps leur faculté germinative (Hartig).

L'infection se fait par les spores qui tombent à la surface du bois sain, surtout lors de la manipulation de pièces envahies ; la germination se fait très facilement sur les bois récemment

abattus et encore humides ; les substances ammoniacales et les sels de potasse la favorisent (Hartig). D'un autre côté, le Champignon se propage aussi très facilement dans les lieux humides, les caves, par ses cordons mycéliens qui peuvent se répandre à une grande distance et gagner de proche en proche.

L'humidité est le facteur qui influe le plus activement sur le développement du *Gyrophana*, le mycélium ne présente qu'une résistance très faible à la dessiccation, qui amène la mort rapide des cordonnets eux-mêmes.

Le Champignon des charpentes ne se rencontre que très rarement en dehors des lieux habités sur bois coupés ; il a été cependant signalé en forêt sur conifères sur pied (Ludwig, Romell).

Traitement. — 1° Pour éviter la contamination des bois, planches et madriers, les conserver dans un local sec et bien aéré, sans aucun mélange avec des vieux bois pouvant être contaminés.

2° Les substances anticryptogamiques ont été essayées pour la protection des bois à placer dans des conditions favorables au développement du *Merulius ;* les injections au sulfate de cuivre n'ont donné que des résultats incomplets ; par contre, on obtient une protection efficace par un badigeonnage avec l'huile lourde de houille, la créosote, le carbolineum et autres substances analogues.

3° Dans la construction d'une maison, n'employer que des bois parfaitement secs et éviter toute cause d'humidité : ainsi attendre pour la pose des boiseries que les murs soient secs ; s'il n'y a pas de sous-sol, isoler le sol par une couche de béton ou d'asphalte et interposer sous le parquet un lit de graviers secs ; proscrire de la construction les matériaux hygrométriques, etc.

4° Si le Champignon apparait, enlever les parties atteintes dès qu'on s'aperçoit du dégât ; les brûler sur place, détruire les cordons mycéliens qui auront pu se former et n'utiliser pour la reconstruction que des bois sains, secs et traités aux antiseptiques.

6° AGARICACÉES.

Les Agaricacées ont un appareil basidifère souvent de grande taille, entouré dans sa jeunesse d'une enveloppe le plus souvent fugace et pouvant disparaître dans laisser de trace sur le réceptacle adulte. C'est cette raison qui a décidé Patouillard, à les qualifier du nom d'*Hémiangiocarpes*, par opposition à tous les autres Hyménomycètes, qui deviennent des *Gymnocarpes* et aux Gastéromycètes *Angiocarpes*. Cette enveloppe peut être simple ou double sous forme de volve (voile général) et d'anneau (voile partiel). La volve entoure à la fois le pied et le chapeau ; elle est persistante chez les Amanites (pl. XXXVI, fig. 2-3), les Volvaires, etc. L'anneau réunit le bord du chapeau au pied ; il est persistant chez les Lépiotes, les Armillaires, les Pholiotes, etc.

L'appareil basidifère est constitué par le chapeau qui porte à sa face inférieure des lames rayonnantes et est porté par un pied typiquement cylindrique, inséré à sa partie centrale (pl. XXXVI, fig. 1-3). La base de ce pied est en connexion avec le mycélium. La configuration de l'hyménium est d'ailleurs variable et présente tous les intermédiaires entre la surface lamellaire type et des formes à pores résultant d'anastomoses entre les lames (Bolets).

Plus rarement l'appareil fructifère est dimidié, c'est-à-dire dépourvu de pied et fixé latéralement au support ; il peut même être résupiné, réduit à un hyménium appliqué sur le support.

La coupe transversale d'une lame montre généralement trois couches :

1° La couche centrale, médullaire, où les hyphes sont parallèles entre elles ;

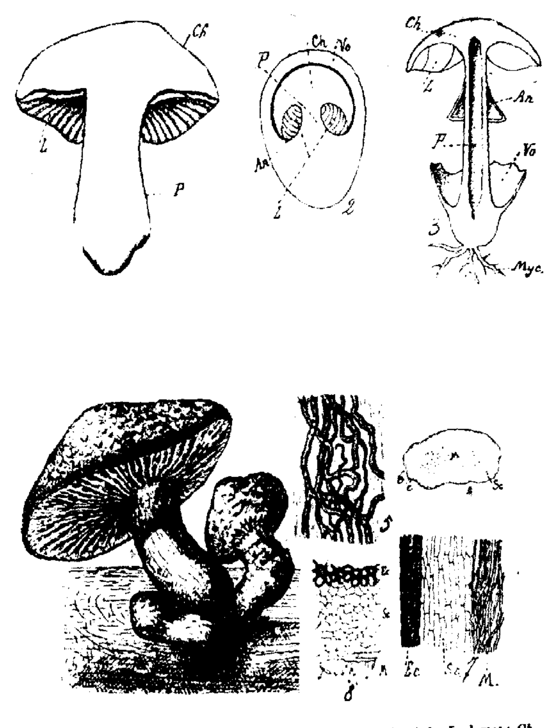
2° Le sous-hyménium, qui est le prolongement de la couche précédente et où les filaments tendent à se redresser perpendiculairement à leur direction première et raccourcissent leurs cellules qui souvent deviennent globuleuses ;

3° L'hyménium formé par les basides accompagnées parfois de cystides ou de poils.

Les Agaricacées sont en général des saprophytes se déve-

PLANCHE XXXVI

Agaricacées.



1, coupe longitudinale d'un Agaric (*Tricholoma*) : *P.*, le pied ; *L.*, lames ; *Ch.*, chapeau.

2, coupe longitudinale du réceptacle fructifère d'une Amanite jeune ; *Vo.*, volve ; *An.*, anneau ; *Ch.*, chapeau ; *P.*, pied ; *L.*, lames. — 3, le même Champignon développé : *My.*, mycélium.

4, fructifications de *Pholiota destruens* sur un tronc de Peuplier abattu.

Armillariella mellea. — 5, rhizomorphes à la surface d'une racine. — 6, coupe d'un rhizomorphe : *c*, portion corticale ; *Sc.*, portion sous-corticale ; *M.*, portion médullaire. — 7, portion d'une coupe longitudinale du cordon à un grossissement plus fort. — 8, la même en coupe transversale.

leur paroi fortement épaissie et colorée et sont munies de cloisons rapprochées ; *vers l'intérieur, on trouve des filaments* plus gros, parallèles, moins cloisonnés, à membrane mince ; les plus internes donnent naissance à des filaments grêles, fins, lâches, constituant une sorte de moelle centrale. Ces rhizomorphes circulent à l'intérieur des tissus morts, rampent à la surface de l'écorce et se répandent dans le sol autour des arbres attaqués, allant propager la maladie ; ils pénètrent les racines qu'ils rencontrent et s'épanouissent en lame sous l'écorce. Le mal forme ainsi des taches plus ou moins étendues, où les arbres du centre sont morts, ceux de la périphérie ne présentant que le début de l'attaque ; ces taches, qui ne sont pas rares dans certaines forêts, notamment dans les plantations de Pins, s'agrandissent aux dépens des arbres du pourtour.

Brefeld a pu cultiver le mycélium de l'*Armillariella mellea* sur des milieux nutritifs comme le jus de pruneau, la mie de pain ; il a obtenu la formation de lames mycéliennes, de sclérotes et de rhizomorphes ramifiés.

Les chapeaux se forment en automne sur les arbres morts, plus rarement sur les parties mortes d'arbres encore vivants ; ils sont groupés au pied des souches en nombre parfois considérable. Le chapeau, convexe et mamelonné au centre, est en général d'une couleur fauve ou jaune de miel, plus pâle sur les bords, hérissé sur le mamelon central de petites mèches brunes ; les lames, d'abord blanches, puis tachetées de brun, se prolongent en un mince filet sur le pied, qui paraît ainsi strié à sa partie supérieure. Le pied est élastique, jaunâtre, brun à la base, muni près de son sommet d'un large anneau blanc qui, dans la jeunesse du Champignon, réunissait le pied au bord du chapeau. Les spores sont hyalines et naissent par quatre au sommet de basides en massue ; elles germent facilement par production d'un mycélium ramifié.

L'importance des dégâts causés par l'*Armillariella mellea* varie suivant la nature du terrain et la vigueur des arbres. Dans les sols humides, la maladie évolue rapidement, la mort de l'arbre survient souvent d'une façon brusque après le premier développement des feuilles au printemps ; au con-

Planche XXXVII

Agaricacées.



5, *Armillariella mellea.* — *A*, un groupe d'appareils fructifères sur un tronc de Mûrier ; *Ch.*, chapeau ; *L.*, lames ; *An.*, anneau ; *P.*, pied ; *B.*, une baside avec ses quatres spores, *Sp.* ; *Sg.*, stérigmates.

6, coupe d'une lame du même Champignon : *Mé.*, couche médullaire ; *Sh.*, couche sous-hyménienne ; *H.*, hyménium ; *Ba.*, basides fructifiées ; *J.*, basides jeunes, encore stériles.

traire, dans les terres sèches, sur les coteaux, le Champignon amène une mort lente des arbres par dessiccation successive des branches ; souvent même la plante résiste assez bien pour limiter l'envahissement du mycélium. D'un autre côté, l'*Armillariella mellea* attaque surtout les arbres affaiblis, dont il hâte la destruction ; mais, grâce à ses rhizomorphes, il peut ensuite se répandre tout autour du point d'attaque en formant tache d'huile.

Ajoutons que l'*Armillariella mellea* peut également détruire les bois exploités.

Traitement. — 1° Supprimer à l'automne tous les chapeaux (ils sont d'ailleurs comestibles, quoique sans grande valeur) ; arracher et brûler les parties souterraines portant des rhizomorphes ;

2° Entourer les taches d'un fossé assez profond pour s'opposer au cheminement souterrain des rhizomorphes ;

3° Pour les arbres fruitiers, la Vigne, qui ne sont gravement atteints que dans les sols humides, le drainage, les façons culturales, l'application d'engrais mettront les plantes dans les conditions les plus favorables de résistance au parasite.

CHAPITRE IV

ASCOMYCÈTES

Les *Ascomycètes* sont caractérisés par l'apparition à un stade de leur évolution d'un organe particulier, l'*asque*, homologue de la baside ; mais tandis que celle-ci bourgeonne extérieurement pour donner naissance aux basidiospores, l'asque divise son contenu pour former des spores internes, les *ascospores*.

Appareil végétatif. — L'appareil végétatif, le mycélium, est constitué de filaments cloisonnés, ramifiés, souvent anastomosés, isolés ou associés en un pseudo-parenchyme d'apparence et de structure variables : cordonnets, stromas ou sclérotes.

Les mycélium des Ascomycètes, comme celui des Basidiomycètes, se développe soit en saprophyte, soit en parasite sur des plantes ou des animaux, soit enfin en symbiose (Lichens où il est associé à une Algue).

Appareil ascospore. — Les Ascomycètes présentent souvent plusieurs formes de fructification, parmi lesquelles la plus importante est l'appareil ascospore.

L'*asque* ou *thèque* est une cellule mère munie d'un protoplasma et d'un seul noyau au moment où elle va produire ses cellules filles, les ascospores. Celles-ci, généralement au nombre de 8, se forment par suite de divisions successives du noyau autour duquel s'accumule du protoplasma et se différencie une membrane. Le protoplasma n'est pas utilisé en totalité pour la formation des spores ; il en reste toujours une certaine quantité qui tapisse les parois de l'asque, l'*épiplasma*, employé en partie pour la maturation des ascospores. Quelques Ascomycètes montrent en présence de l'eau iodée une coloration bleue, localisée le plus souvent au sommet de l'asque et due à l'imprégnation de la membrane par l'amyloïde.

Très souvent les asques sont accompagnés d'organes filamenteux, continus ou cloisonnés, simples ou ramifiés ; ce sont les *paraphyses*. Les paraphyses sont généralement arrivées à leur développement avant les ascospores : aussi ne peuvent-elles contribuer à faciliter la dispersion de celles-ci, comme on l'a supposé, d'autant qu'à la maturité des asques elles sont souvent en voie de gélification ou ont même complètement diffiué. Il est plus rationnel d'admettre, avec Boudier, qu'elles peuvent concourir à la maturation des ascospores. L'ensemble des asques et des paraphyses constitue l'*hyménium*.

L'expulsion des ascospores peut se faire de plusieurs façons :

1° L'asque s'ouvre au sommet par une ouverture. La déhiscence peut être *operculée*, *fimbriée* ou *en fente*. Dans la déhiscence operculée, une sorte d'opercule, de couvercle, se différencie au sommet de l'asque et se redresse à maturité des ascospores, qui sortent par l'ouverture ainsi déterminée (*Rhizina*).

Dans la déhiscence fimbriée, il se produit au sommet de l'asque une déchirure étoilée (*Sclerotinia*).

Dans la déhiscence en fente, une fente longitudinale se forme au sommet de l'asque (*Taphrina*).

2° Lorsque les ascospores sont mûres, la paroi de l'asque peut diffluer (*Pleospora*). Ce mode de déhiscence s'observe chez beaucoup de formes où la paroi de l'asque est épaissse, et très fréquemment seule la partie interne de cette paroi difflue en une masse gélatineuse qui par sa pression rompt l'extrémité de l'asque et vient faire hernie au dehors sous forme d'un tube mucilagineux contenant les ascospores.

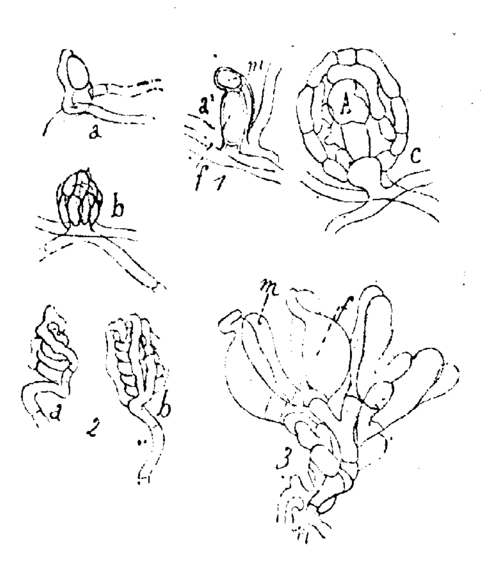
3° Dans quelques cas où les ascospores sont filiformes, l'asque se sectionne entièrement un peu au-dessous de sa partie moyenne, la portion inférieure s'écarte de la supérieure, libérant les ascospores (*Ophiobolus*).

Les ascospores sont de taille et de forme très variées suivant les espèces, hyalines ou colorées, continues ou pluricellulées. Elles germent le plus souvent par filament, quelquefois par spores secondaires.

Appareils conidiens. — En dehors de l'appareil ascospore, les Ascomycètes se reproduisent aussi au moyen d'ap-

Planche XXXVIII

Ascomycètes.



1, *Sphærotheca Humuli.* — Les phases de la formation du périthèce : *a*, *a'*. l'enroulement des deux branches, *m*, mâle, *f*, femelle, considéré comme phénomène sexuel ; *A*, la cellule futur asque. — 2, les mêmes phénomènes chez l'*Eurotium herbariorum.* — 3, *Id.* chez le *Pyronema confluens* (d'après de Bary).

pareils conidiens ; on peut appeler *conidie* toute spore qui se forme par simple bourgeonnement sur un filament, en spécifiant que la cellule mère de la conidie n'a pas été auparavant le siège d'une fusion nucléaire, comme celle que l'on rencontre dans la baside ou dans l'asque.

Les conidies peuvent être absolument libres sur le mycélium ; c'est la *forme conidienne proprement dite*. D'autres fois elles naissent sur des réceptacles différenciés, soit sur un stroma plus ou moins aplati (formes *mélanconiées*), soit à l'intérieur d'un organe en forme de bouteille et percé à son sommet d'un orifice par lequel s'échappent les conidies. Dans ce dernier cas, on distingue, d'une façon un peu arbitraire, les *pycnides*, qui produisent des conidies volumineuses germant facilement (*stylospores*) et les *spermogonies* dont les conidies (*spermaties*) sont de petite taille et ne germent qu'avec difficulté, étant donnée la faible quantité de réserve nutritive qu'elles renferment.

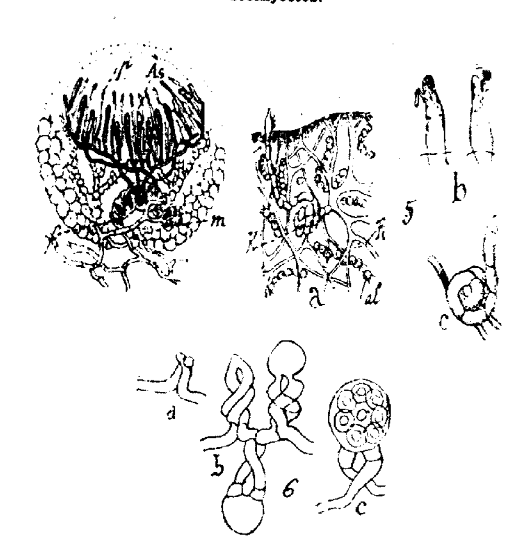
Reproduction sexuée. — Chez les Ascomycètes inférieurs une fécondation très nette a pu être observée. Laissant de côté les levures, on peut citer les *Eremascus* (pl. XXXIX, fig. 6) chez lesquels deux articles adjacents d'un même filament émettent chacun un rameau court ; ces deux rameaux s'anastomosent au sommet et la partie supérieure, où les deux noyaux se sont fusionnés, se renfle et se transforme en asque. Chez le *Dipodascus albidus* (pl. XL, fig. 7) les phénomènes sont analogues, mais les deux rameaux sont inégaux et plurinucléés ; dans chacun d'eux l'un des noyaux grossit, le petit rameau déverse son contenu dans le grand, les deux gros noyaux se fusionnent, puis l'œuf s'allonge en asque.

D'un autre côté, un groupe d'Ascomycètes parasites des Insectes, les Laboulbéniales, montrent une fécondation par un tout autre procédé, rappelant celui des Algues Floridées : des anthérozoïdes libres s'accolent sur un prolongement ou trichogyne que supporte l'oogone. Toutefois, les phénomènes intimes de cette fécondation n'ont pas encore été observés.

Pour tous les autres groupes d'Ascomycètes la question n'est pas encore complètement élucidée, mais il semble bien

Planche XXXIX

Ascomycètes.



4, Début de la formation du réceptacle ascospore de l'*Ascobolus furfuraceus*, *i*, l'ascogone ; *m*, rameaux considérés comme mâles ; *As*, asques jeunes ; *p*, paraphyses (d'après Janczewski). — 5, figure de la reproduction sexuée (?) d'après Stahl dans le *Collema microphyllum*. En *a* : *Fi*, les filaments du Champignon ; *al*, les éléments verts de l'Algue ; *K*, l'ébauche du carpogone, appareil femelle (?) ; en *b*, les spermaties (corpuscules mâles?) venant s'accoler à la partie du carpogone ; en *c*, le carpogone (périthèce) plus avancé. — 6, *Eremascus albus* Eidam : les diverses phases de la reproduction sexuée qui aboutit à la formation d'un asque par la fusion après enroulement de deux isogamètes (d'après Eidam).

qu'il y ait analogie avec les Basidiomycètes et que l'asque doive être considéré comme l'homologue de la baside.

On sait de façon certaine que, lors de la formation du réceptacle ascogène, on constate souvent des couples de cellules ayant l'apparence d'organes sexuels et considérés comme tels par certains auteurs alors que d'autres n'y voient que des vestiges d'une fécondation aujourd'hui disparue (Dangeard).

Ainsi chez les *Sphærotheca Humuli* (pl. XXXVIII, fig. 1) deux cellules uninucléées viennent en contact : l'une plus volumineuse constitue l'oogone, l'autre s'applique sur la première, et, selon Harper, Blackman et Fraser, y déverse son contenu ; il y a fécondation et l'œuf se divise en plusieurs cellules dont l'une, plus grosse, possède deux noyaux qui se fusionnent pour former le noyau de l'asque unique du *Sphærotheca*.

Des phénomènes de même ordre ont été observés chez d'autres Erysiphales (*Erysiphe*, *Phyllactinia*).

Chez une Pezize, *Pyronema confluens* (pl. XXXVIII, fig. 3), l'oogone arrondi ou ascogone est surmonté d'une cellule stérile sur laquelle s'applique une anthéridie en massue ; mais ici les deux gamètes renferment chacun un grand nombre de noyaux qui copuleraient à deux (Harper).

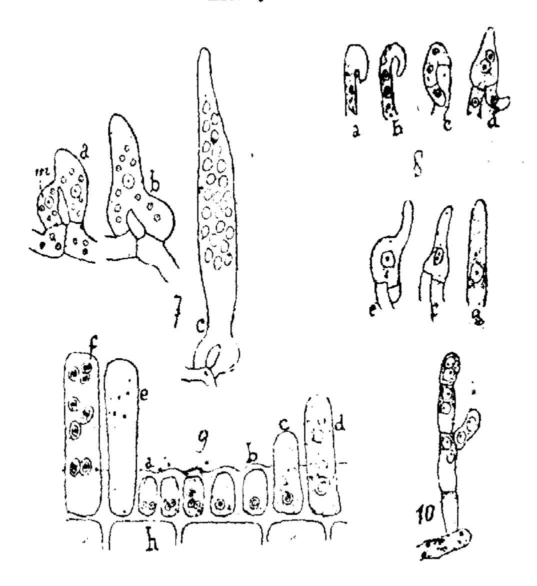
Ailleurs, l'apparence est à peu près semblable, mais il n'y aurait pas communication entre l'oogone et l'anthéridie [*Eurotium herbariorum* (pl. XXXVIII, fig. 2), *Lachnea*, etc.], ou même il n'y a pas d'anthéridie ; la disparition de la sexualité serait alors compensée par une fusion deux à deux des noyaux de l'oogone (Fraser, Blackmann).

Chez les *Polystigma* et certains Ascomycètes entrant dans la constitution de Lichens, Stahl a rencontré une apparence assez différente dont la réalité a été confirmée par d'autres auteurs. L'ascogone est représenté par un filament pelotonné qui se prolonge en un trichogyne à cellules allongées et plus ou moins saillant (pl. XXXIX, fig. 5). Stahl lui supposait un rôle dans la fécondation qui serait analogue à celle de certaines algues, mais les recherches récentes n'ont pas confirmé cette manière de voir et tout au plus peut-on y voir un vestige d'une copulation ancestrale, aujourd'hui disparue.

D'un autre côté, Dangeard a montré qu'à un stade beau-

PLANCHE XL

Ascomycètes.



7, *Dipodascus albidus* de Lagerheim. Les diverses phases de la reproduction sexuée ; le gamète mâle de plus petite taille déverse son contenu dans l'oogone, qui augmente de volume. Après fusion des noyaux, le noyau sexuel se segmente pour donner les noyaux des ascospores. — 8, la formation d'un asque d'après Dangeard chez *Peziza vesiculosa :* l'extrémité d'un filament mycélien s'incurve en crochet, acquiert deux cloisons ; la cellule médiane *binucléée* est le futur asque ; les deux noyaux se fusionnent et donnent le noyau de l'asque. — 9, la formation des asques d'après Dangeard, chez *Taphrina deformans*. — 10, *Galactinia succosa*. Les cellules terminales binucléées de certains filaments se transforment en asques (d'après R. Maire).

coup plus avancé du développement des appareils ascogènes, des phénomènes de fusion nucléaire se produisaient et aboutissaient à la formation des asques.

Les phénomènes varient un peu suivant les espèces; ainsi, chez beaucoup de Discomycètes, un filament se courbe en crochet à son extrémité; son noyau, d'abord unique, se divise deux fois, puis des cloisons isolent trois cellules; la cellule centrale possède deux noyaux qui s'unissent bientôt, puis elle s'allonge et devient l'asque (pl. XL, fig. 8). Dans d'autres cas, l'hyphe ascogène se termine par deux cellules, la terminale uninucléée, la seconde binucléée; c'est cette dernière cellule qui produit l'asque sous forme d'un diverticule latéral (Guilliermond).

Ailleurs la cellule mère de l'asque est simplement la cellule terminale d'une chaîne d'éléments binucléées, comme R. Maire l'a observé chez *Galactinia succosa* (pl. XL, fig. 10) ou même c'est une simple cellule mycélienne binucléée (*Taphrina*, pl. XL, fig. 9).

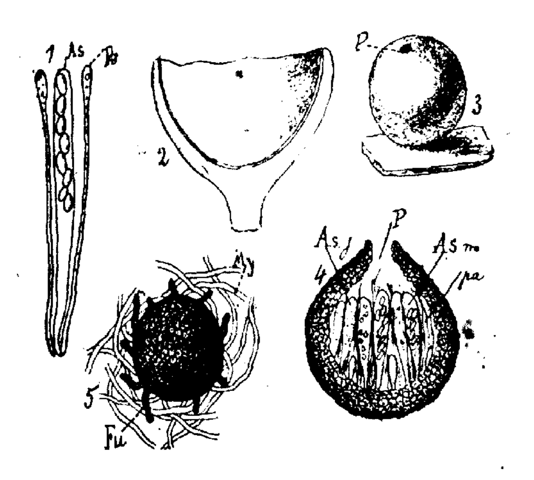
Mais dans tous les cas l'asque provient d'une cellule binucléée dont les deux noyaux se fusionnent, fait qui semble général et qui n'est pas contesté. Dangeard y a vu une véritable fécondation, opinion qui n'a pas été partagée par tous.

La solution du problème a cependant fait de réels progrès au cours de ces dernières années. Ainsi Clausen, suivant l'évolution nucléaire de *Pyronema confluens*, estime qu'il n'y a pas fusion des noyaux mâles et femelles dans l'ascogone, mais seulement juxtaposition par couples; cette juxtaposition se continue dans le développement postérieur des hyphes ascogènes; et la fusion des deux noyaux ne se fait que dans l'asque jeune, en sorte que l'évolution nucléaire des Ascomycètes serait tout à fait comparable à celle des Basidiomycètes, avec une diplophase s'étendant de l'ascogone au début de l'asque.

Les recherches de M. et Mme Moreau sur le développement de divers Ascomycètes entrant dans la constitution des Lichens (*Parmelia*, *Physcia*, etc...) confirment cette analogie et montrent qu'elle est encore plus profonde qu'on ne pensait.

PLANCHE XLI

Ascomycètes.



1, un asque octospore, *As*, avec paraphyses, *Pa*. — 2, coupe longitudinale d'un réceptacle de Discomycètes. — 3, un périthèce de Pyrénomycète vu en perspective *P*., le pore. — 4, coupe longitudinale du même : *As.j.*, asques jeunes ; *As.m.*, asques mûrs ; *pa.*, paraphyses. — 5, périthèse clos, *My*, mycélium.

D'après ces travaux, l'ascogone jeune a toujours ses cellules uninucléées, puis apparaissent des éléments binucléées portant latéralement des boucles mycéliennes en tout analogues à celles des Basidiomycètes. L'évolution nucléaire serait donc tout à fait comparable chez les Champignons à asques et ceux à basides ; un seul point reste obscur, c'est l'origine de la diplophase.

Ajoutons que chez la plupart des Ascomycètes (comme chez beaucoup de Basidiomycètes, les Urédinales notamment) les boucles mycéliennes n'existent pas (*Galactinia succosa*) ; mais il serait logique de considérer le crochet ascogène qu'on trouve à la base de l'asque de nombreuses espèces, comme le vestige de la formation d'une boucle non anastomosée à la cellule sous-jacente.

Classification. — Les Ascomycètes, au moins ceux qui nous intéressent, peuvent se diviser en deux groupes :

Les *Gymnoascées* comprenant les formes inférieures d'Ascomycètes à asques libres sur leur support, et les *Carpoascées* à asques disposés dans un réceptacle.

Les Gymnoascées se divisent en plusieurs familles, dont une seule renferme des parasites, celles des *Exoascacées*.

Quant aux Carpoascées, groupe beaucoup plus nombreux, on y rattache les groupes suivants :

I. *Discomycètes*. — Les asques sont groupés en hyménium tapissant une coupe largement ouverte à maturité (pl. XLI, fig. 1-2).

II. *Pyrénomycètes*. — Les asques sont enfermés dans un réceptacle ou périthèce s'ouvrant au sommet par un pore (pl. XLI, fig. 3-4) ou une fente étroite, ou bien entièrement clos (pl. XLI, fig. 5).

I. — EXOASCACÉES.

Les Exoascacées sont des Ascomycètes très simples chez lesquels les asques naissent librement sans constituer un appareil différencié ; on peut assez bien les comparer pour leur structure et leur mode d'action aux Exobasidiacées.

Les Exoascacées sont des parasites dont le mycélium circule dans les tissus vivants des plantes en restant parfois localisé sous la cuticule ; dans tous les cas, les asques se forment sous cette cuticule, qu'ils percent pour faire saillie au dehors. Les spores germent par production de spores secondaires, qui elles-mêmes donnent des spores tertiaires et ainsi de suite, de sorte que ce développement rappelle celui d'une levure. Souvent la germination s'accomplit dans l'asque qui à maturité paraît renfermer un très grand nombre de spores.

Les Exoascacées produisent sur les plantes qu'elles attaquent des déformations parfois importantes, des boursouflures (*cloques*) sur les feuilles, des hypertrophies des fruits et souvent aussi de véritables *balais de sorcière* dus à une ramification abondante sous l'action du mycélium.

Un seul genre nous intéresse, le genre *Taphrina*, dont toutes les espèces vivent en parasites des plantes supérieures et qu'on a souvent divisé en deux : *Exoascus* et *Taphrina*, en se basant sur des caractères très secondaires.

Genre **Taphrina** Fries.

Taphrira deformans (Berk.) Tul. [*Exoascus deformans* (Berk.) Fuck.] (Cloque du Pêcher, pl. XLII, fig. 1-5). — On rencontre fréquemment dès le printemps des Pêchers dont certaines feuilles sont déformées, crispées, ondulées et portent des bosselures irrégulières convexes à la face supérieure ; en même temps ces feuilles s'épaississent fortement et deviennent cassantes, caractères qui suffisent pour distinguer la cloque des déformations dues à la piqûre des pucerons. Les feuilles cloquées pâlissent, prennent une coloration d'un vert ou d'un jaune pâle, souvent rosée, et se couvrent à la face supérieure d'un fin velouté au moment de la fructification du parasite.

Les extrémités des rameaux peuvent aussi être atteintes et présentent des boursouflures charnues, à surface grumeleuse, décolorées et souvent disposées suivant des lignes longitudinales partant de l'insertion d'une feuille.

La cloque se rencontre plus rarement sur les fruits et sur-

tout sur les brugnons à peu lisse qui montrent alors des taches d'un blanc verdâtre, plus pâles que le reste du fruit, saillantes, à surface irrégulière.

Les déformations des feuilles sont dues à une hypertrophie de tout le tissu; l'épiderme et le tissu en palissade se multiplient abondamment par un cloisonnement parallèle à la surface du limbe; puis les nouveaux éléments se divisent dans tous les sens, aboutissant à la formation d'un parenchyme homogène où la chlorophylle disparaît rapidement. Cette multiplication des cellules produit un accroissement de la feuille en épaisseur et aussi en surface, d'où les boursouflures.

Entre les cellules du tissu hypertrophié chemine un mycélium hyalin, cloisonné, formé de cellules inégales occupant les méats sans pénétrer les cellules. Au voisinage de l'épiderme supérieur, les filaments s'enfoncent entre les cellules et viennent s'étaler entre elles et la cuticule en une mince couche formée d'éléments presque globuleux; ce sont les rudiments des asques. Au moment de la fructification, chacune de ces cellules s'allonge vers l'extérieur, traverse la cuticule, puis se divise à la base par une cloison : la cellule inférieure est la cellule basilaire, la supérieure l'asque. Les asques sont cylindriques, tronqués au sommet et renferment huit ascospores arrondies et hyalines qu'une fente longitudinale au sommet de l'asque met en liberté. Ces spores germent rarement dans l'asque, mais dans l'eau elles se multiplient en bourgeonnant comme des levures.

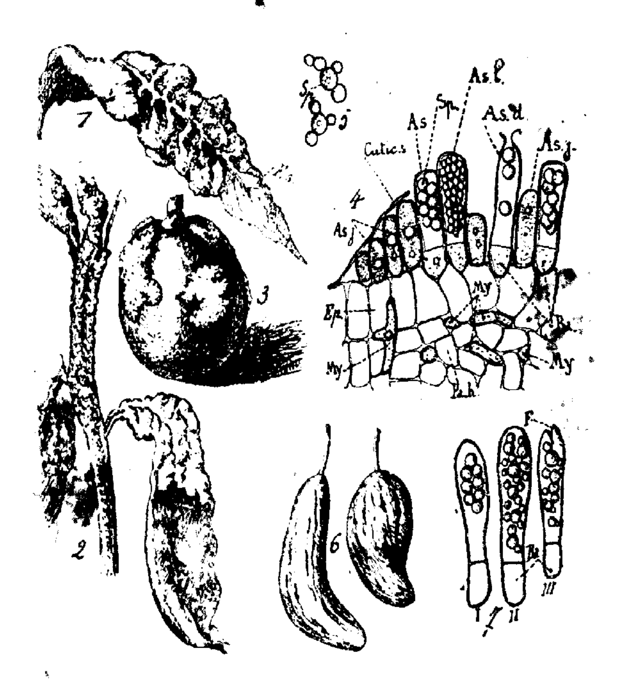
Le mycélium hiverne dans l'écorce, la moelle et les rayons médullaires des jeunes rameaux : aussi la cloque réapparaît-elle chaque année sur les arbres atteints, et principalement aux époques où la température se relève après une période humide et froide. On ne connaît pas d'ailleurs la manière dont se fait l'infection première.

Traitement. — 1° Enlever et brûler toutes les feuilles et tous les rameaux malades; si l'arbre est très atteint, il est préférable de l'arracher, car il constitue un foyer d'infection.

2° Les bouillies cupriques sont actives vis-à-vis de la cloque. Chabrolin a constaté l'efficacité complète des traitements à la

PLANCHE XLII

Exoascacées.



Taphrina deformans. — 1, feuille de Pêcher atteinte de la cloque. — 2, lésions sur l'extrémité d'un rameau. — 3, un brugnon attaqué. — 3, coupe d'une feuille atteinte : *Cutic.s.*, cuticule de l'épiderme supérieur *Ep.* ; *Pa.h.*, parenchyme de la feuille ; *My.*, mycélium ; *As.j.*, asques jeunes ; *As.*, asque mûr ; *Sp.*, spores ; *As.l.*, asque dont les spores ont bourgeonné ; *As.d.*, asque ouvert ; *Ba.*, cellules basilaires des asques.

Taphrina Pruni. — 6, prunes déformées (pochettes). — 7, asques ; au milieu et à droite, les spores ont bourgeonné dans les asques ; *Ba.*, cellules basilaires, *F*, fente de déhiscence.

bouillie bordelaise et surtout aux bouillies alcalines, exécutés de fin novembre à fin février ; des pulvérisations faites à partir du début de mars ne sont que partiellement efficaces. Les bouillies sulfocalciques sont nettement inférieures aux préparations cupriques.

Taphrina Pruni Tul. (*Exoascus Pruni* Fuck.) (pochettes du Prunier) (pl. XLII, fig. 6-7). — Seuls les fruits des Pruniers sont atteints par ce parasite. Le mycélium hiverne dans les rameaux et pénètre au printemps dans les fleurs qu'il stérilise ; mais l'irritation amène une prolifération abondante de l'ovaire, et le fruit est remplacé par une sorte de sac allongé, creux et dépourvu de noyau, formé uniquement aux dépens des parois de l'ovaire. Ce sont ces organes qu'on désigne sous le nom de *pochettes* ou de *prunes cornichonées*.

Les tissus hypertrophiés ont une constitution homogène, analogue à celle des feuilles cloquées du Pêcher ; le mycélium se rassemble sous la cuticule pour fructifier comme celui du *Taphrina deformans* ; les spores germent assez fréquemment dans l'asque.

Traitement. — Le seul procédé à employer est de récolter et de brûler les pochettes.

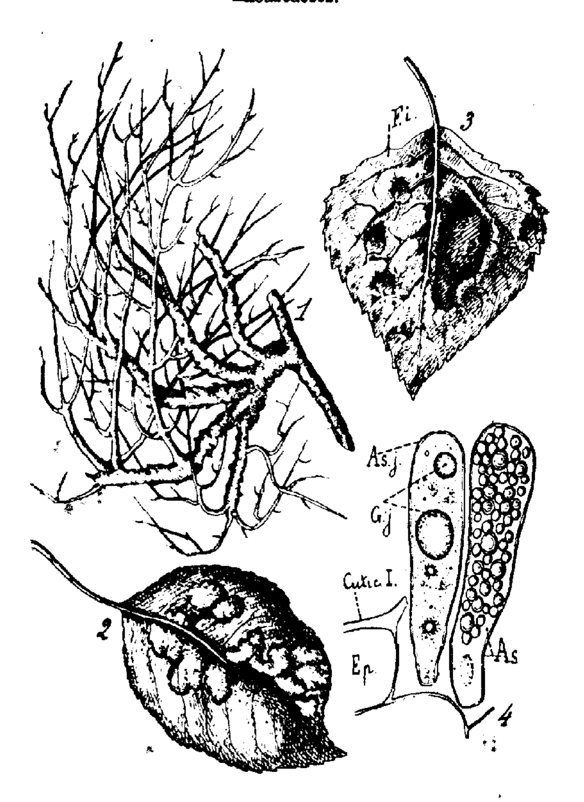
Taphrina Cerasi (Fuck.) Sadeb. (pl. XLIII, fig. 1). — Cette espèce, très répandue en Allemagne, moins fréquente en France, amène une réaction toute différente de la part de la plante attaquée ; on la rencontre sur le Cerisier, sur laquelle elle produit des balais de sorcière formés de rameaux dressés, abondamment ramifiés, hypertrophiés à la base et qui se distinguent facilement au printemps à leur absence de fleurs. Les feuilles, qui ne sont pas contournées, comme dans la cloque du Pêcher, sont épaissies et ont un aspect luisant ; en mai et juin, elles se couvrent d'un velouté constitué par les asques qui font saillie en perçant la cuticule et ressemblent à ceux des espèces précédentes.

Le seul traitement consiste à détruire et brûler les balais de sorcière.

Taphrina Insititiæ (Sadeb.) Johans. — Cette espèce se comporte absolument comme la précédente dont elle ne diffère que par les dimensions plus réduite de ses organes de reproduction ; elle produit des balais de sorcière sur

PLANCHE XLIII

Exoascacées.



Taphrina Cerasi. — 1, un balai de sorcière.

Taphrina bullata. — 2, feuille de Poirier atteinte de la « cloque ».

Taphrina aurea. — 3, feuille de Peuplier pyramidal attaquée. — 4, portion d'une coupe (face inférieure) dans la région cloquée : *As.j.*, asque jeune contenant des globules jaunes *g.j.* ; *As*, asque adulte dont les spores ont bourgeonné ; *Ep.*, épiderme inférieur de la feuille ; *Cutic. I.*, cuticule.

le Prunier cultivé et un Prunellier sauvage (*Prunus Insititia*).

Taphrina bullata (Berk. et Br.) Tul. (Cloque du Poirier) (pl. XLIII, fig. 2). — Cette espèce attaque les feuilles du Poirier et y forme de petites cloques vertes, puis brunes, dont la face inférieure devient blanche et pulvérulente à la fructification. Le mycélium est localisé entre l'épiderme et la cuticule ; les asques, pourvus d'une cellule basilaire, contiennent huit spores qui germent dans leur intérieur.

Ce parasite ne cause que des dégâts insignifiants.

Taphrina aurea (Pers.) Fr. (pl. XLII, fig. 3-4). — C'est une espèce très commune sur les feuilles des Peupliers (*Populus nigra, pyramidalis, monilifera*) ; elle produit des cloques saillantes à la face supérieure et très reconnaissables à la couleur jaune d'or que prend la face inférieure ; cette coloration est due à des gouttelettes d'une matière colorante que renferment les asques jeunes et qui disparaît au moment de la formation des spores. Les asques sont arrondis à la base, et dépourvus de cellule basilaire. Les spores se multiplient abondamment à l'intérieur des asques.

Les dégâts causés par le *Taphrina aurea* sont peu importants.

Parmi les *Taphrina* d'une importance économique moindre citons les espèces suivantes :

1° Espèces provoquant des cloques sur feuilles : *T. cærulescens* (Mont. et Desm.) Tul., sur Chêne ; *T. Betulæ* (Fuck.) Johans., sur Bouleau ; *T. Sadebeckii* Johans., sur Aune ; *T. Cratægi* Sad., sur Aubépine : *T. Ulmi* Fuck., sur Orme, etc.

2° Espèces produisant des balais de sorcière : *T. turgida* Sad. et *betulina* Rostr., sur les Bouleaux ; *T. Carpini* (Rostr.) Johans., sur le Charme ; *T. Tosquinetii* West., sur l'Aune, etc.

3° Espèces déformant les fruits ou les inflorescences femelles : *T. Rostrupiana* (Sad.) Giesenk., produisant les pochettes du Prunellier ; *T. alnitorqua* Tul., sur les écailles hypertrophiées des chatons femelles de l'Aune ; *T. Johansonii* Sad. et *rhizophora* Johans., sur les ovaires du Peuplier tremble pour le

premier, du Peuplier blanc pour le second (ces deux espèces sont voisines de *T. aurea*, mais leurs asques sont dépourvus de cellules basilaires), etc.

II. — DISCOMYCÈTES.

Les Discomycètes sont caractérisés par leur hyménium (asques et paraphyses) largement ouvert à maturité, tantôt clos dans le jeune âge par enroulement des bords, tantôt s'ouvrant à maturité par des valves, un couvercle ou une large fente. Par ce dernier mode de déhiscence se fait le passage aux Pyrénomycètes dont les fructifications ne s'ouvrent que par une pore ou une fente étroite.

Les Discomycètes renferment des espèces volumineuses (Morilles, Helvelles, etc.) vivant presque toujours en saprophytes sur l'humus ou les bois morts ; beaucoup d'autres plus petites, parfois presque microscopiques, vivent en saprophytes ou en parasites. Le réceptacle est charnu ou a la consistance de la cire ; plus rarement, il est corné.

Outre la forme ascospore, beaucoup de Discomycètes présentent des conidies, des pycnides ou des spermogonies.

Boudier a divisé les Discomycètes en se basant sur le mode de déhiscence de l'asque ; il distingue :

Les *Operculés*, caractérisés par la déhiscence operculée des asques ;

Et les *Inoperculés*, dont les asques s'ouvrent par un pore (déhiscence fimbriée).

Tous les Discomycètes parasites appartiennent au deuxième groupe, sauf le genre *Rhizina*.

Genre **Rhizina** Fries.

Rhizina undulata Fries [*R. inflata* (Schaeff. Sacc.] (pl. XLIV). — Cette espèce, qui vit souvent en saprophyte, est capable, d'après les observations de Prillieux, Hartig, etc., de devenir parasite des racines des Pins ; c'est la « maladie ronde » ou « maladie du rond des pinières », fréquente dans les terrains sableux de la Sologne et des Landes.

La maladie attaque des arbres de tout âge et se répand autour du point d'infection en faisant tache d'huile à la façon de l'*Armillariella mellea*. Les racines des arbres malades sont entourées de nombreux filaments mycéliens, parfois agrégés en cordonnets blancs qui se répandent dans le sol et pénètrent les racines qu'ils rencontrent. Le mycélium infiltre l'écorce, le liber et s'étale en lame à la surface du bois.

Les réceptacles fructifères apparaissent à la surface du sol ; ce sont des lames plates, ondulées, d'assez grande taille, à contours irréguliers ; leur face supérieure est d'un brun-marron foncé, plus pâle au bord ; l'inférieure, moins colorée, est toute couverte de petits cordonnets mycéliens, de rhizoïdes qui s'enfoncent dans le sol, y fixent le réceptacle et vont rejoindre le mycélium souterrain.

L'hyménium, qui tapisse toute la face supérieure, est constitué d'asques, de paraphyses et d'organes spéciaux, les tubes sécréteurs. Les asques allongés renferment huit spores fusiformes, aiguës aux extrémités, hyalines, pourvues de gouttelettes ; les paraphyses sont grêles, renflées au sommet et plus longues que les asques. Les tubes sécréteurs sont de longs filaments droits qui prennent naissance sous l'hyménium et dépassent les paraphyses ; ils contiennent une matière brune qui se répand à la surface de l'hyménium et agglomère le sommet des paraphyses.

Les asques s'ouvrent par un opercule ; les spores germent par un tube épais, facilement dans les milieux artificiels (Hartig).

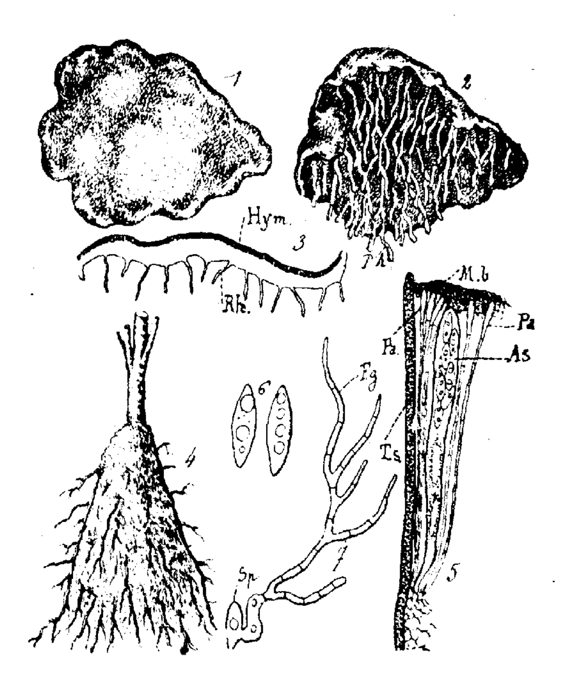
La Rhizine attaque surtout le Pin maritime ; la maladie débute toujours autour des foyers allumés dans la forêt ; les cendres amènent sans doute les substances minérales nécessaires à la germination des spores ; celles-ci ne se développent pas, en effet, sur du sable pur mêlé d'humus.

Traitement. — Il faut établir des fossés à une certaine distance autour des « ronds » pour arrêter la progression souterraine du mycélium.

Le mélange des feuillus et des résineux s'oppose à un grand développement de la maladie.

Planche XLIV

Discomycètes.



Rhizina undulata. — 1, une fructification vue par sa face supérieure. — **2, face inférieure de la même ; *Rh.*,** rhizoïdes. — 3, coupe de la même : *Hym.*, l'hyménium. — **4, racines d'un jeune Pin envahies** par le mycélium. — 5, **portion de** l'hyménium ; ***As.*, asque** ; ***Pa.***, paraphyses ; ***Ts.***, tube secréteur ; ***M.b.*, matière brune recouvrant l'hyménium.** — **6, ascospores.** — 7, germination **d'une ascospore** *Sp.*, **par un filament *Fg*.**

Genre **Pilacre** Fr. (*Rœsleria* Thüm).

Pilacre pallida Pers. [*Rœsleria hypogæa* Thüm. et Pass. *Vibrissea hypogæa* Richon et Monnier] (pl. XLV). — Cette espèce n'est généralement qu'un simple saprophyte sur les racines mortes de la Vigne et de divers arbres ; cependant elle est capable de pénétrer les racines encore vivantes (Prillieux), mais seulement quand elles sont déjà languissantes, ce qui arrive dans les terrains humides à sous-sol imperméable. Les vignes phylloxérées portent souvent les fructifications de ce Champignon. La maladie est très analogue dans ses symptômes au *pourridié* et confondue sous ce nom avec les dégâts de l'*Armillariella mellea* et du *Rosellinia necatrix*.

Les tissus des racines malades sont traversées par de nombreux filaments mycéliens ; le bois est profondément altéré sans être toutefois délignifié. Les fructifications n'apparaissent que sur les racines mortes ; ce sont de petites têtes arrondies, grisâtres ou verdâtres, portées par un pied blanc. L'hyménium couvre toute la surface de la tête ; les asques, accompagnés de longues paraphyses, contiennent huit spores arrondies, qui en grossissant viennent s'appliquer contre la paroi et simulent un chapelet de huit conidies ; ces ascospores se détachent à maturité par rupture de la membrane de l'asque ; elles germent facilement en émettant un filament après s'être souvent divisées en deux.

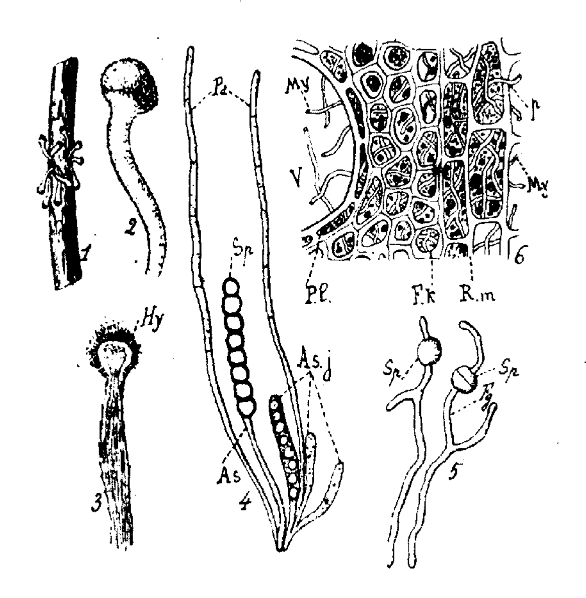
Le *Pilacre pallida* possède ainsi un appareil conidien de même apparence extérieure que les fructifications ascosporées et portant des conidies piriformes au sommet de stérigmates serrés (Richon).

Viala et Pacottet ont obtenu la culture du Champignon en milieux artificiels : il se forme des masses mycéliennes souvent volumineuses et rarement des bouquets de filaments conidifères. Parois, à la surface des masses développées, à l'intérieur du liquide de culture, les filaments deviennent toruleux et forment des chlamydospores (?).

Traitement. — L'assainissement du sol est le meilleur moyen de s'opposer au développement de cette maladie qu'on

Planche XLV

Discomycètes.



Pilacre pallida. — 1. racine de Vigne atteinte de pourridié et portant les fructifications (grossie deux fois). — 2. une fructification isolée (grossie dix fois). — 3, à la même en coupe : *Hy.*, l'hyménium. — 4. portion d'hyménium : *As.*, asque adulte ; *Sp.*, ascospores ; *As.j.*, asques jeunes ; *Pa.*, paraphyses. — 5, deux ascospores *Sp.* germant par filament, *Fg.* — 6. portion du bois de la racine infectée par le mycélium *My.* (coupe transversale) : *V.*, vaisseau ; *P.l.*, parenchyme ligneux *F.k*, fibres ligneuses ; *R. m.*, rayon médullaire ; *p.*, ponctuation traversée par un filament mycélien.

ne rencontre guère que dans les terres humides. Le traitement du pourridié est également applicable au *Pilacre*.

Genre **Dasyscypha** Fries.

Ce sont de petits Discomycètes inoperculés à cupules pédicellées et poilues extérieurement ; on les rencontre sur le bois mort ; une espèce est la cause du *chancre du Mélèze*.

Dasyscypha Willkommii Hartig (*D. calycina* Fuck., *Trichoscypha Willkommii* Boud.) (pl. XLVI). — Ce Champignon est un parasite de blessure qui s'introduit dans les pousses rongées ou piquées par les insectes, dans les branches brisées par le vent ou sous le poids de la neige. Le chancre du Mélèze est une maladie des arbres affaiblis ; ainsi il est plus rare et moins dangereux dans les hautes montagnes, patrie du Mélèze, que dans les plaines et surtout que dans les fonds humides ; de même les arbres qui ont eu à souffrir du froid sont plus exposés (Sorauer). Les jeunes plants sont plus souvent et plus gravement atteints que les arbres âgés.

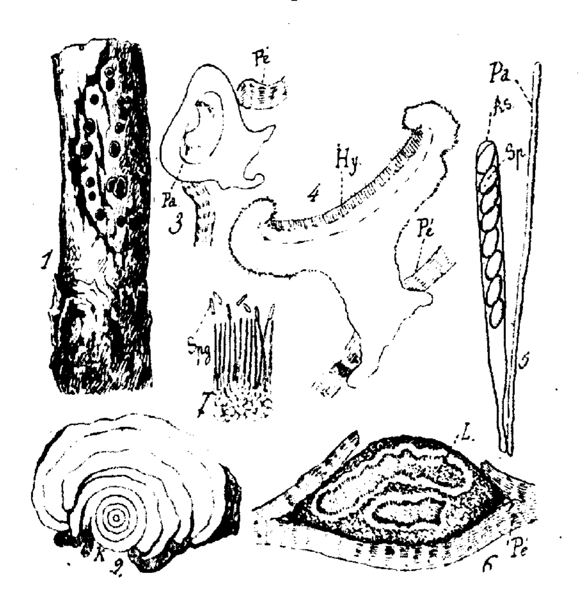
Les premiers symptômes du mal apparaissent au printemps ou en été ; les feuilles d'un rameau jaunissent, se dessèchent à partir du sommet et progressivement jusqu'en un point où l'écorce est déprimée, crevassée et laisse suinter de la résine. C'est la place de l'infection ; le mycélium a pénétré l'écorce et l'a tuée jusqu'au bois.

Les rameaux d'une certaine grosseur peuvent résister plusieurs années ; pendant l'été, une lame de liège vient limiter l'extension du mycélium, mais à l'automne celui-ci croît avec plus de vigueur, perfore le liège et se répand dans les tissus sains : le chancre s'étend ainsi chaque année dans la direction de l'axe du rameau plus que dans le sens de sa largeur. En général, à la hauteur du chancre, la partie encore saine de la branche croît très activement et produit un renflement.

Les fructifications se montrent sur l'écorce morte et crevassée des chancres ; elles sont de deux sortes. Les spermogonies apparaissent comme de petits mamelons charnus, creusés de cavités irrégulières dont les parois sont tapissées de fins stérigmates : ceux-ci portent de très petites conidies dont

Planche XLVI

Discomycètes.



Dasyscypha Willkommii. — 1, branche de Mélèze portant les fructifications. — 2, coupe transversale d'une tige atteinte ; *K*, place du chancre (d'après R. Hartig). — 3, coupe d'une Pezize jeune : *Pé*., périderme ; *Pa*., hyménium formé uniquement de paraphyses. — 4, coupe d'une Pezize adulte : *Hy*., l'hyménium. — 5, asque *As*., et paraphyse *Pa*.; *Sp*., ascospores. — 6, coupe d'une spermogonie : *L*., une des loges. — 7, portion de la paroi d'une loge de la spermogonie ; *Spg*., spermaties

on n'a pu obtenir le développement. Les cupules à asques sont pédicellées, couvertes de poils extérieurement ; leurs bords d'abord enroulés en dedans, s'étalent et mettent à nu un hyménium d'un rouge orangé ; les asques, accompagnés de paraphyses grêles, s'ouvrent par un pore terminal et laissent échapper huit spores oblongues, qui à la germination se cloisonnent avant d'émettre un filament ramifié.

Traitement. — C'est celui des blessures ; il consiste à couper les rameaux chancreux, à badigeonner les plaies avec une solution acide de sulfate de fer et à les recouvrir d'un onguent. Mais ces procédés ne sont guère applicables dans les forêts.

Genre **Sclerotinia** Fuckel.

Dans ce genre la fructification ascospore, la Pezize, ne naît pas directement du mycélium filamenteux, mais soit d'un sclérote bien différencié, formé à la fin du développement du Champignon et susceptible de se conserver longtemps à l'état de vie latente, soit d'une partie de la plante (souvent le fruit) envahie par le mycélium qui en remplace le tissu normal (*Stromatinia* Boud.).

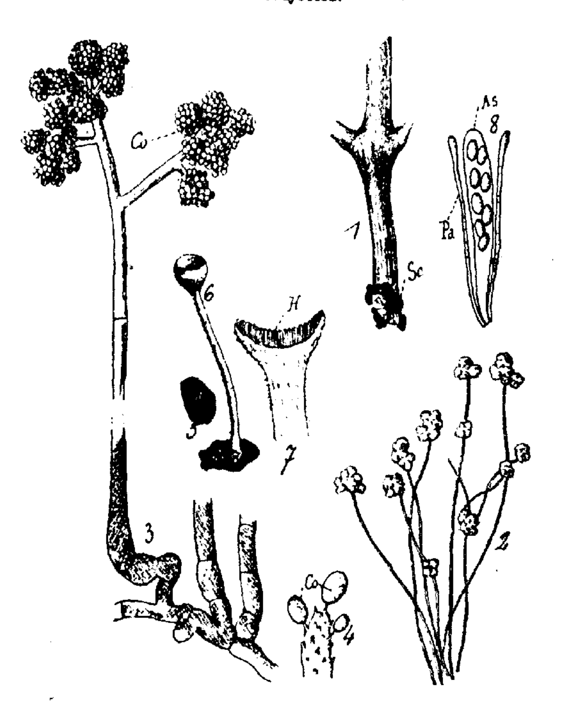
Ces Champignons produisent souvent, en dehors de la pezize, des formes conidiennes, *Botrytis* ou *Monilia*, et c'est sous ces formes qu'ils se montrent parasites, causant parfois des maladies graves.

1° **Sclerotinia** à sclérotes différenciés (*Sclerotinia* proprements dits). Un grand nombre de formes, beaucoup encore mal connues, de caractères morphologiques très analogues, appartiennent à ce groupe ; ce sont surtout des parasites des racines, des tiges, en général des organes charnus dont ils provoquent une pourriture.

Sclerotinia Fuckeliana de Bary (pl. XLVII). — Ce Champignon est très répandu dans la nature, mais on le rencontre presque exclusivement sous sa forme conidienne, moisissure d'un gris cendré que l'on désignait sous le nom de *Botrytis cinerea* Pers. avant de connaître le lien qui la rattache à la forme ascospore (*Sclerotinia*). Le mycélium émet des fila-

PLANCHE XLVII

Discomycètes.



Sclerotinia Fuckeliana. — 1, bouture de Vigne portant des sclérotes. — 2, la fructification conidienne (*Botrytis cinerea*). — 3, un filament conidifère plus grossi ; *Co.*, conidies. — 4, extrémité de ce filament montrant les stérigmates et les conidies *Co.* — 5, un sclérote. — 6, un sclérote portant une Pezize. — 7, coupe d'une *Pezize* ; *Hy.*, hyménium. — 8, asque *As* et paraphyses *Pa*.

ments dressés, allongés, brunâtres à la base et irrégulièrement ramifiés au sommet ; leurs extrémités un peu renflées se couvrent de fins stérigmates terminés par des conidies solitaires, ovales.

Le *Botrytis cinerea* se cultive très facilement sur les milieux artificiels et y produit de nombreuses conidies ; l'optimum de croissance est d'environ 25 degrés. Quand les substances nutritives sont épuisées, le mycélium s'agrège et des sclérotes noirs, de forme et de taille très variées, se forment par enchevêtrement de filaments à membrane épaissie, dont les plus externes se différencient en une sorte d'écorce noire. Des sclérotes analogues se forment d'ailleurs sur les milieux naturels où croît le Champignon ; leur forme, leurs dimensions varient beaucoup selon la nature du substratum et sa richesse en principes nutritifs.

Abandonnés dans un milieu humide, les sclérotes se développent ; souvent ils reproduisent la forme conidienne, mais dans d'autres conditions, et en particulier si on les couvre d'une légère couche de sable humide, c'est la forme à asques qui prend naissance. Cette forme n'est jamais produite directement par le mycélium et ne croît que sur les sclérotes, après une période de repos. On voit alors apparaître, en nombre variable, des petites pousses filiformes qui s'évasent à leur sommet et s'épanouissent en petits disques bruns ; ce sont les fructifications ascospores, les Pezizes. La face supérieure de ces coupes pédicellées est constituée par l'hyménium ; d'abord concave, elle s'étale à maturité. Les asques sont cylindriques, entourés de paraphyses filiformes et un peu renflées en massue au sommet ; les ascospores, au nombre de huit dans chaque asque, sont elliptiques et hyalines.

La forme conidienne est commune sur les végétaux morts ; mais, dans nombre de cas, elle est capable de devenir parasite et peut produire des maladies très redoutables. On l'a signalée sur un nombre considérable de plantes ; c'est à son action notamment que sont dus le brunissement et la dessiccation des feuilles et des rameaux de beaucoup de plantes horticoles, *Pelargonium*, Cinéraire, *Cyclamen*, Primevères, fleurs de Chrysanthèmes, etc. Dans les serres, elle peut prendre un

grand développement sous l'action de la chaleur humide qui y règne ; c'est ainsi qu'elle produit parfois de grands dégâts dans les cultures forcées de Lilas en envahissant les extrémités des pousses et les jeunes inflorescences.

On attribue aussi au *Botrytis cinerea* une maladie assez répandue sur certaines variétés de Rosiers et caractérisée par la dessiccation et la chute des boutons à fleurs avant leur épanouissement ; ils se couvrent de fructifications conidiennes.

Nous avons constaté aussi un cas de parasitisme du *Botrytis* sur le Chou moellier ; la tige portait de larges taches brunes, déprimées, couvertes de fructifications.

La même moisissure a été signalée également sur le Figuier (Prunet), sur les tiges de Pommes de terre (Kirchner), sur les Groseilliers, le Chanvre, le Maïs, etc...

Mais c'est surtout pour la Vigne que le *Botrytis cinerea* est devenu un ennemi dangereux. On a d'abord signalé sa présence dans les serres, où quelquefois il tue les feuilles et les jeunes pousses, et sur les greffes-boutures, sur lesquelles il forme des sclérotes et dont il empêche la soudure (Viala, Guégien). Mais, depuis un certain nombre d'années, le *Botrytis cinerea* a pris une très grande extension dans les vignobles en attaquant les grappes (*pourriture grise des raisins*), plus rarement les organes végétatifs, feuilles et sarments ; dans certaines régions de l'Ouest et du Centre, c'est même une des plus dangereuses affections dont les Vignes ont à souffrir. La pourriture grise se développe avec intensité surtout dans les étés pluvieux et sur les raisins à peau mince et à grains serrés (Folle blanche, par exemple). Le *Botrytis* est un parasite de blessure qui s'introduit par les plaies d'insectes (*Cochylis*), de grêle, souvent par les fentes des grains que l'excès d'humidité fait éclater ; mais, une fois qu'il a pénétré, il s'étend à toute la grappe qui pourrit et se couvre des fructifications grises caractéristiques. Le *Botrytis cinerea* détruit une partie des principes odorants, de la matière colorante et du tanin des raisins ; par contre, il y laisse ses produits de sécrétion, notamment une oxydase qui favorise la casse des vins rouges provenant de vendanges atteintes. La pourriture grise de la Vigne a pris une grande extension surtout depuis le greffage des Vignes ; ce greffage

n'intervient qu'en favorisant la végétation de la plante et par là augmentant l'humidité et en rendant les grappes plus denses.

Ajoutons que l'action du *Botrytis cinerea* sur les Vignes peut être favorable, mais seulement quand il se développe sur des raisins très mûrs ; c'est alors la *pourriture noble ;* le Champignon ne pénètre que superficiellement les grains et agit en en concentrant le suc et en diminuant l'acidité.

Enfin le *Sclerotinia Fuckeliana* est encore nuisible aux cultures sous une forme stérile connue sous le nom de *toile* et très redoutée des horticulteurs. Le terreau des jardins, des couches, des serres, se couvre de fins filaments blancs qui courent sur le sol et y pénètrent ; ils entourent le collet et les racines des jeunes plantes et les font rapidement périr. La toile est bien une forme du *Sclerotinia Fuckeliana ;* Beauverie, en partant des conidies, est parvenu, sous l'action combinée d'un état hygrométrique élevé, d'une température de 25 à 30° et d'une atmosphère confinée, à créer une race de *Botrytis cinerea* restant indéfiniment stérile, même à la température ordinaire, et absolument analogue à la toile.

Traitement. — Le *Sclerotinia Fuckeliana* est l'un des parasites les plus difficiles à détruire ; ses conidies ont une très grande résistance aux poisons et en particulier aux sels de cuivre ; aussi l'action de la bouillie bordelaise est-elle insuffisante pour arrêter le développement du parasite. Malgré les nombreuses recherches qu'a provoquées l'extension de la pourriture grise, il ne semble pas que le traitement en soit encore trouvé. Les poudres (plâtre, chaux, alumine, etc.) qu'on a conseillées ne donnent pas de résultats bien supérieurs à ceux des bouillies cupriques ; elles agissent non comme antiseptiques, mais en couvrant les grappes et les protégeant contre l'apport de conidies.

Istvanffi a préconisé une méthode basée sur l'emploi du bisulfite de chaux ; elle consiste en un badigeonnage avec une solution de bisulfite à 5 p. 100 pendant le repos de la végétation et en des poudrages des grappes avec un mélange de 10 kilogrammes de bisulfite pour 90 d'argile pulvérisée. Ce procédé

n'a pas encore été suffisamment expérimenté pour qu'on soit fixé sur sa valeur.

En tout cas, il faut éviter tout ce qui tend à augmenter l'humidité : assainir les terres, pratiquer des tailles en vert de même diminuer la dose d'engrais azotés qui poussent au développement foliaire.

Contre la toile, le meilleur remède serait la stérilisation des terreaux par la chaleur ; mais l'application n'en est généralement pas possible. En aérant et évitant une température trop élevée, on diminuera le développement du Champignon. Enfin Beauverie conseille des arrosages du sol avec une solution contenant $2^{gr},5$ de sulfate de cuivre et $2^{gr},4$ d'ammoniaque par litre d'eau.

Sclerotinia Libertiana Fuckel (*S. sclerotiorum* Libert) (pl. XLVIII, fig. 1-6). — Le mycélium de cette espèce attaque un grand nombre de plantes.

Les tubercules sont atteints soit en place dans les cultures, soit plus souvent dans les silos ou les caves où on les conserve ; la maladie y progresse très rapidement par simple contact d'un tubercule malade. Le *Sclerotinia Libertiana* se rencontre ainsi sur les Topinambours, les Rutabagas, les Betteraves, les racines de Chicorée à café, les Pommes de terre et surtout sur les Carottes ; un épais mycélium blanc les recouvre, en amène la pourriture, puis s'agrège en sclérotes irréguliers, noirs, qui passent à l'état de repos.

Dans les sols humides, dans les cultures forcées, le *Sclerotinia* se développe avec abondance : à partir du sol, les plantes se recouvrent d'une moisissure cotonneuse blanche ; les sclérotes apparaissent à la surface et dans l'intérieur même des tiges. Les Haricots, les Fèves, les Topinambours, le Maïs, le Chanvre, le Pois, la Laitue, etc., peuvent être ainsi envahis. Plus rarement les feuilles (Tabac) ou les rameaux (Mûrier en Turquie) sont détruits par le Champignon.

Dans tous les cas, les organes malades sont recouverts et pénétrés de filaments mycéliens rameux, cloisonnés, hyalins, qui se répandent tout autour et vont infecter les plantes voisines. La culture de ce mycélium est très facile ; elle donne naissance à un feutrage blanc qui ne fructifie pas. Au contact

des parois du tube de culture prennent naissance des ramifications rapprochées, abondamment cloisonnées, des sortes de crampons ; ces mêmes organes se forment quand le mycélium rencontre un organe vivant, une Carotte par exemple, et, avant la pénétration des filaments dans les tissus, on voit les cellules s'altérer, brunir, se désorganiser complètement ; ce n'est qu'alors que le Champignon s'introduit dans la plante ; il s'y répand de proche en proche en tuant les cellules avant de les atteindre. En pressant une Carotte ainsi attaquée, de Bary en a extrait un liquide acide capable de désorganiser les tissus vivants ; c'est qu'en effet le mycélium du *Sclerotinia Libertiana* sécrète une diastase agissant sur la cellulose en milieu acide et l'acide oxalique nécessaire à cette action.

Le *Sclerotinia Libertiana* ne paraît pas posséder de forme conidienne ; quelques auteurs ont bien obtenu en culture des conidies analogues à celles du *Sclerotinia Fuckeliana*, mais on peut se demander si le mycélium ensemencé était bien celui du *Sclerotinia Libertiana*, car beaucoup d'observateurs n'ont jamais pu rencontrer ces conidies.

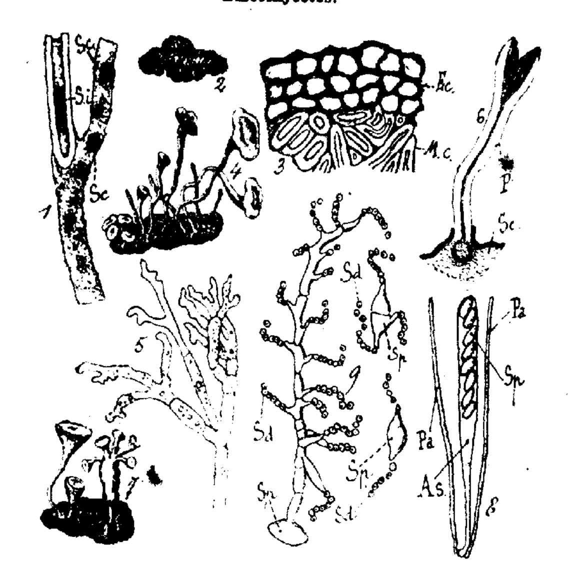
Quand le milieu nutritif est épuisé, dans les cultures artificielles comme dans les plantes pourries, se forment des sclérotes par enchevêtrement de filaments à membrane épaissie, dont les extérieurs se différencient en une sorte d'écorce noire ; la forme et la dimension de ces sclérotes varient suivant les conditions où ils ont pris naissance. Ils peuvent rester longtemps sans germer ; placés dans de la terre humide, ils donnent naissance à des pousses filiformes qui s'évasent à leur sommet et s'épanouissent en petits disques jaunâtres ou fauves ; ce sont les fructifications ascospores. A maturité, la surface hyméniale est à peu près plane, avec une petite dépression centrale ; les asques cylindriques bleuissent au sommet par l'iode et projettent avec force leurs spores ; celles-ci sont ovales et germent en reproduisant le mycélium.

Traitement. — Dans les cultures atteintes, on en est réduit à arracher et brûler les plantes malades ; une alternance sévère de culture avec élimination des plantes susceptibles de servir de support au Champignon s'impose.

Pour les tubercules et racines conservés, une bonne aération

PLANCHE XLVIII

Discomycètes.



Sclerotinia Libertiana. — 1, tige de Haricot portant le mycélium et des sclérotes externes *S.e.* et interne *S.i.* — 2, un sclérote. — 3, portion de la coupe d'un sclérote : *Ec.*, partie corticale noire ; *Mc.*, partie centrale hyaline. — 4, un sclérote avec de nombreuses Pezizes. — 5, extrémité d'un filament formant crampon (d'après de Bary). — 6, sclérote *Sc.* portant une jeune Pezize *P.*

Sclerotinia Trifoliorum. — 7, sclérote portant des Pezizes. — 8, asque *As.* et paraphyses *Pa.*; *Sp.* ascospores. — 9, germination d'ascopores *Sp.* par production de conidies secondaires *Sd.* (d'après Brefeld).

des silos les mettra à l'abri du parasite et une surveillance attentive permettra d'éliminer les cas de pourriture dès leur apparition. Si la récolte doit être placée dans un local où la maladie a déjà sévi, il est indispensable d'y opérer un nettoyage préalable, suivi d'une désinfection (par exemple, y brûler du soufre).

Sclerotinia Trifoliorum Erikss. (*Peziza ciborioides* Hoffm.) (pl. XLVIII, fig. 7-9). — Cette espèce attaque les Trèfles cultivés et quelques autres Légumineuses fourragères (Sainfoin, Fenu-grec, Luzerne). Le mycélium pénètre et détruit les tissus de la base de la tige et du sommet de la racine ; il agit comme celui du *Sclerotinia Libertiana* ; les Trèfles jaunissent, meurent et se couvrent d'une moisissure blanche, puis de sclérotes noirs à la surface des tiges et surtout au collet. La maladie se propage très rapidement en faisant tache d'huile.

Les sclérotes, formés au printemps, germent en juillet et août en produisant de petites tiges grêles terminées par un disque régulièrement concave. Ces Pezizes ressemblent au *Sclerotinia Libertiana*, mais constituent une espèce particulière. Les ascospores, plus grosses que celles des formes précédentes, germent d'une façon différente : souvent elles se cloisonnent ; dans l'air humide et dans l'eau pure, elles émettent des tubes, parfois très courts, rameux, qui produisent à leurs extrémités des chapelets de petites conidies arrondies ; on n'a pu obtenir le développement ultérieur de ces spores secondaires. Dans les milieux nutritifs, le tube germinatif s'allonge généralement en mycélium. L'infection des Trèfles a pu être réalisée au moyen des ascospores (Rehm).

Traitement. — Si la maladie débute et si les sclérotes ne sont pas encore formés, on peut en arrêter l'extension en arrachant et brûlant les pieds atteints.

Si l'invasion est étendue, il faut retourner la prairie artificielle, labourer pour enfouir profondément les sclérotes, et, pendant plusieurs années, ne pas planter de Légumineuses susceptibles d'être attaquées.

Sclerotinia bulborum (Wakker) Rehm. — Cette espèce attaque les Jacinthes et quelques autres plantes à oignon (Crocus, Scilles) ; c'est la « morve noire des Jacinthes ». Peu

après la floraison, les feuilles jaunissent, le bulbe est altéré, bruni, pénétré par le mycélium ; des sclérotes noirs apparaissent à sa surface. Ces sclérotes germent au printemps en donnant des Pezizes très voisines de celles du *Sclerotinia Trifoliorum ;* les ascospores produisent des spores secondaires.

Le *Sclerotinia Nicotianæ* Oud. et Konn., observé sur le Tabac en Hollande, paraît également voisin du *Sclerotinia Trifoliorum ;* il produit des taches blanches, puis des sclérotes sur la tige et les nervures des feuilles.

Maladies diverses attribuées à des « Sclerotinia ». — Diverses maladies sont produites par des formes conidiennes voisines du *Botrytis cinerea,* qui doivent sans doute rentrer dans le cycle de développement de *Sclerotinia* encore inconnus.

Ainsi les Oignons sont parfois attaqués par un *Botrytis,* le *Botrytis cana* Kunze et Schum. ; les bulbes pourrissent, imprégnés d'un mycélium dont les fructifications se forment à la surface des Oignons coupés et entre les tuniques ; les conidiophores ressemblent à ceux du *Botrytis cinerea,* dont ce n'est peut-être qu'une variété. Des sclérotes apparaissent à la fin du développement. L'infection de bulbes sains se réalise facilement au moyen des conidies (Sorauer).

Les Tulipes peuvent être attaquées par le *Botrytis parasitica* Cavara, espèce caractérisée par ses conidies volumineuses (16 à 20 μ de long) ; il envahit les jeunes feuilles, puis la plante entière, qui pourrit et se couvre de petits sclérotes.

D'autres plantes à bulbe peuvent présenter des parasites analogues, par exemple le *Botrytis galanthina* Sacc. sur le Perce-neige.

Le *Botrytis Pæoniæ* Oud., certainement distinct du *Botrytis cinerea,* fait périr les jeunes pousses de Pivoine.

Le « Minet de la Barbe de Capucin » est encore une maladie à rapprocher de celles que causent les *Sclerotinia ;* il se manifeste dans les cultures forcées et surtout sur les Chicorées qu'on place en hiver dans les caves pour les étioler. Les pieds atteints se couvrent d'un mycélium blanc qui s'agrège en

petits sclérotes noirs. Le parasite, qui n'est pas connu sous d'autre forme, semble être voisin du *Sclerotinia Libertiana* par son mode d'action sur les tissus (Prillieux).

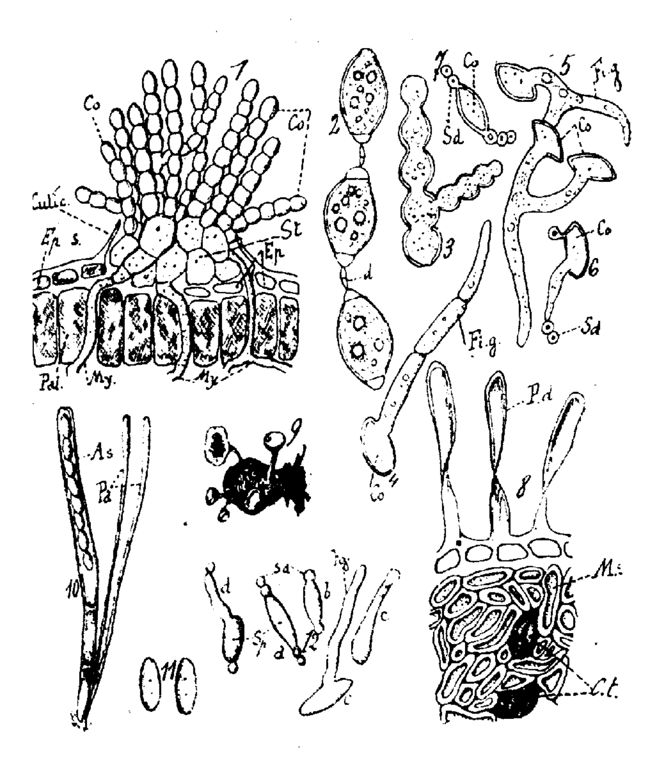
2° **Sclerotinia** dépourvus de sclérotes différenciés (*Stromatinia* Boud.). Plusieurs espèces de ce groupe attaquent les *Vaccinium*, momifient leurs fruits et forment sur les feuilles des conidies appartenant au type *Monilia ;* elles ont été étudiées par Woronin, qui en a suivi le développement complet. Quelques arbres fruitiers, le Coignassier et le Néflier notamment, portent des Champignons très analogues.

Sclerotinia Cydoniæ Schell. (*S. Linhartiana* Prill. et Delacr.) (pl. XLIX). — Cette espèce attaque successivement les feuilles, puis les fruits du Coignassier. Au printemps, les feuilles montrent de grandes taches brunes, molles, qui débutent à la base du limbe et s'étendent le long de la nervure médiane, puis des nervures secondaires ; ces feuilles atteintes exhalent une odeur douce et pénétrante. Les fructifications conidiennes naissent le long des nervures et forment une poussière grise : un stroma à larges cellules soulève et çà et là déchire la cuticule ; par places, il produit des chapelets de conidies par étranglement et cloisonnement d'un filament. A maturité, les conidies ont la forme d'un citron court et sont séparées par un petit corps en fuseau, le *disjunctor ;* celui-ci prend naissance dans la partie moyenne de la membrane qui sépare deux conidies jeunes, s'allonge à maturité et écarte les spores qui ne sont plus retenues que par lui. Les conidies germent par un filament qui fréquemment reste court et se termine par un chapelet de petites spores secondaires.

Transportées sur le stigmate des fleurs par les insectes, les conidies germent, le filament suit le style, atteint l'ovaire où il se ramifie abondamment ; le jeune fruit est remplacé par un stroma dense dans lequel persistent encore quelques éléments du tissu normal et qui reste recouvert par l'épiderme. Ces coings momifiés ont l'aspect de fruits avortés ; ils tombent, passent l'hiver sur le sol et au printemps donnent des Pezizes ; les cupules sont courtement pédicellées, à hyménium brun ; les asques, accompagnés de paraphyses, contien-

Planche XLIX

Discomycètes.



Sclerotinia Cydoniæ. — 1, coupe dans une feuille de Coignassier à l'endroit d'une fructification conidienne : *Ep.s.*, épiderme supérieur de la feuille : *Cutic.*, cuticule ; *Pal.*, tissu en palissade ; *My.*, mycélium ; *St.*, stroma ; *Co.*, conidies. — 2, conidies mûres séparées par le *disjunctor d.* — 3, conidies jeunes. — 4, conidie germant par un filament *Fi. g.* (sur le stigmate de Coignassier). — 5, *Id.*, avec anastomose des filaments. — 6 et 7, conidies *Co* germant dans l'eau par conidies secondaires *Sd.* — 8, coupe dans un fruit momifié : *P.d.* poils du fruit ; *M.s.*, mycélium stromatique ; *C.t.*, cellules tuées persistant. — 9, fruit momifié produisant des Pezizes. — 10, asque *As.* et paraphyses *Pa.* — 11, ascospores. — 12, germination des ascospores *Sp.* : *a,b,c,* dans l'eau ; *d,e,* sur une feuille de Coignassier ; *Sd.*, conidies secondaires.

nent huit ascospores ovales. Ces spores germent par un tube court qui produit des conidies secondaires. Les fruits momifiés peuvent porter des Pezizes plusieurs années de suite. L'infections des jeunes feuilles de Coignassier a pu être réalisée artificiellement au moyen des ascospores.

Traitement. — Cette maladie est assez peu répandue, mais peut causer l'avortement et la chute de nombreux fruits. Le seul remède consiste à récolter et brûler les coings momifiés.

Sclerotinia Mespili Schell. — Cette espèce attaque les feuilles et momifie les fruits du Néflier en agissant absolument comme la précédente, dont elle n'est peut-être qu'une variété.

D'autres *Sclerotinia* ont également le même mode de vie, par exemple le *S. Padi* Woron. sur le *Prunus Padus*, et le *S. Cratægi* Magnus sur l'Aubépine.

Le Rot-brun des fruits. — Les fruits, surtout au voisinage de leur maturité, se couvrent souvent des fructifications grises ou jaunâtres d'un Champignon du genre *Monilia*. L'infection se fait ordinairement par des blessures[1]; aussi les fruits piqués ou tombés sont-ils particulièrement atteints. Cependant des essais ont montré que la présence d'une plaie n'était pas nécessaire pour l'introduction du parasite. La chair brunit, et, à partir du point d'attaque, l'altération se communique à tout le fruit ; selon les cas, celui-ci se dessèche et se momifie en restant attaché à l'arbre, ou bien il pourrit. Le mycélium, très abondant dans les tissus, est formé de gros filaments cloisonnés, ramifiés, qui se rassemblent en stromas sous la peau des fruits. Les fructifications apparaissent comme de petits coussinets gris ou jaunâtres, souvent disposés en cercles concentriques autour du point d'attaque ; ce sont des bouquets de filaments ramifiés, issus du stroma interne, qui s'étranglent et se différencient en longues files de conidies ovoïdes, hyalines, ressemblant à celles du *Sclerotinia Cydoniæ*. mais dépourvues d'un *disjunctor* net.

Le Champignon attaque aussi les fleurs et les jeunes rameaux du Cerisier, du Pêcher, du Prunier, de l'Abricotier, plus rarement du Pommier et du Poirier. Le mycélium s'introduit par le style, gagne le pédicelle de la fleur, puis pénètre le rameau (Woronin) ; l'infection directe d'un rameau blessé

est également possible; dans tous les cas, les fleurs et les extrémités des pousses brunissent et se dessèchent, souvent avec écoulement gommeux.

Depuis longtemps déjà les mycologues avaient constaté que le Rot-brun des fruits pouvait être dû à plusieurs Champignons distincts, quoique voisins. Norton, puis Aderhold et Ruhland ont obtenu des formes parfaites, des Pezizes, sur les fruits momifiés; elles prennent naissance, sur des sclérotes mal différenciés, des croûtes noires, minces, étalées sous l'épiderme des fruits; ces organes ne sont mûrs et ne germent qu'au deuxième printemps après l'attaque. La découverte de ces formes à asques, dont l'existence avait été prévue depuis longtemps, a permis de préciser la séparation des espèces faites auparavant sur les seuls caractères des formes conidiennes. On en a distingué trois :

Sclerotinia fructigena (Pers.) Schrœt. — Cette espèce attaque plus spécialement le Pommier et le Poirier. La forme conidienne (*Monilia fructigena* Pers.) est constituée par de petits coussinets très souvent disposés en cercles concentriques sur les fruits, blancs au début, devenant jaunâtres au moment de la fructification; les conidies sont ovoïdes. Les Pezizes, observées sur des pommes, sont légèrement stipitées; l'hyménium en est plan ou un peu concave, d'un gris fauve; les asques renferment huit spores largement fusiformes et un peu aiguës à chaque extrémité, qui germent par conidies secondaires. Ajoutons que le *Sclerotinia fructigena* n'attaque guère que les fruits et est exceptionnel sur les fleurs et les rameaux.

Sclerotinia cinerea (Bon.) (pl. L, fig. 1-3). — Cette espèce attaque les fruits, et assez souvent les rameaux et les fleurs du Prunier, du Cerisier et du Pêcher. Les conidies (*Monilia cinerea* Bon.) forment des coussinets d'un gris cendré; elles sont un peu moins grosses que celles de l'espèce précédente. Les Pezizes naissent dans les mêmes conditions; les ascospores sont plus petites que celles du *Stromatinia fructigena* et obtuses à chaque extrémité.

Sclerotinia laxa (Ehrenb.). — On rencontre cette espèce sur l'Abricotier; les conidies [*Monilia laxa* (Ehr.) Sacc. et

Vogl.] rappellent le *Monilia cinerea*, mais les ascospores sont plus grandes et munies de gouttelettes.

La distinction de ces espèces ne peut être faite d'après le seul caractère de l'habitat sur tel ou tel arbre fruitier ; on a pu, en effet, infecter des fruits à noyau avec le *Monilia fructigena ;* de même que les *Monilia cinerea* et *laxa* peuvent se développer sur des fruits à pépins, les pommes notamment.

Traitement. — Il faut enlever et brûler les fruits momifiés et les rameaux tués. Des traitements cupriques ont été recommandés par Foëx et Chabrolin, avant le début de la floraison contre l'infection des fleurs, puis un mois après la chute des pétales et trois à cinq semaines avant la récolte (ce dernier avec une bouillie non marquante, au verdet par exemple) contre la pourriture des fruits.

Sclerotinia temulenta Prill. et Delacr. (*Sclerotinia secalincola* Rehm.) (pl. L, fig. 4-8). — Ce Champignon attaque les grains de Seigle et leur communique des propriétés vénéneuses, qui leur ont fait donner le nom de « Seigle enivrant ». Les grains atteints se reconnaissent à leur petite taille et leur aspect ridé ; sur une coupe, on voit toute la partie externe de l'albumen détruite et remplacée par un feutrage mycélien, un stroma assez lâche ; le mycélium s'étend vers l'intérieur en corrodant l'amidon et finit par se substituer complètement à l'albumen ; par contre, le tégument reste à peu près intact.

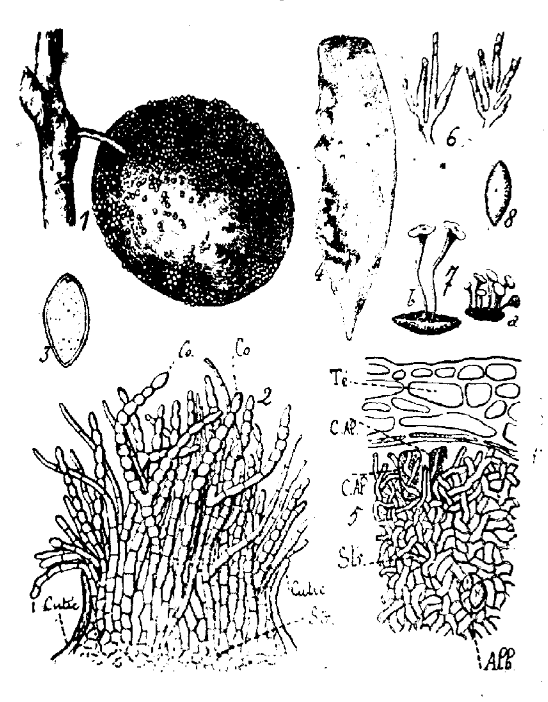
Cette maladie est rare en France ; elle paraît plus répandue dans l'est de l'Europe (de Jaczewski) et en Extrême-Orient.

Woronin l'attribuait à une forme conidienne du type *Fusarium*, qui forme de petits coussinets rose pâle sur les grains et produit des conidies arquées, aiguës aux deux extrémités, munies de cinq cloisons transversales.

Prillieux et Delacroix, en plaçant des grains de Seigle à l'humidité, obtinrent la formation de petits coussinets blanchâtres qui déchirent le tégument pour fructifier. Les conidies naissent en courts chapelets dans un filament ouvert à l'extrémité ; la première, formée à l'intérieur et au sommet du filament, est mise en liberté par l'ouverture du tube, qui reste béante et laisse échapper les conidies à mesure qu'elles se

PLANCHE L

Discomycètes.



Sclerotinia cinerea. — 1, une prune portant les fructifications conidiennes (*Monilia*). — 2, coupe d'une fructification conidienne : *Cutic.*, cuticule ; *Str.*, stroma ; *Co.*, conidies. — 3, une conidie isolée.

Sclerotinia temulenta. — 4, grain de Seigle produisant des conidies (*Endoconidium*). — 5, coupe d'un grain momifié : *Té.*, tégument ; *C.Al.*, cellule à aleurone ; *Alb.*, cellule de l'albumen ayant persisté (avec amidon) : *Str.*, stroma. — 6, filaments fructifères de la forme conidienne. — 7, grain de seigle portant des Pezizes (grossi en *b*). — 8, ascospores.

forment. C'est pour cette formation particulière des conidies qu'avait été créé le genre *Endoconidium*). Quand l'albumen est complètement remplacé par le stroma, des Pezizes longuement pédicellées peuvent prendre naissance ; l'hyménium en est fauve pâle; les ascospores, légèrement fusiformes, germent par simple filament. On ne sait comment se fait l'infection.

De Jaczewski retrouva récemment la forme *Fusarium* signalée par Woronin et la considère comme la forme conidienne du *Stromatinia temulenta ;* l'ensemencement des ascospores sur Seigle a, en effet, reproduit les conidies. Il est dès lors possible que l'*Endoconidium* ne soit qu'une forme anormale mal développée du *Fusarium*.

Les grains de Seigle atteints de cette maladie, heureusement rare, ont des propriétés toxiques pour l'homme et les animaux et produisent des phénomènes de stupeur rappelant ceux qu'amène l'ingestion des graines de l'ivraie enivrante (*Lolium temulentum*) (1). D'après Mlle Gavrilowitsch, le mycélium décompose l'albumine du grain en produisant un glucoside qui détermine l'ivresse et, s'il est introduit directement dans le sang, la mort.

Traitement. — Dans le cas d'une apparition de cette maladie, le changement de semence suffira à en éviter le retour.

Genre **Pseudopeziza** Fuckel.

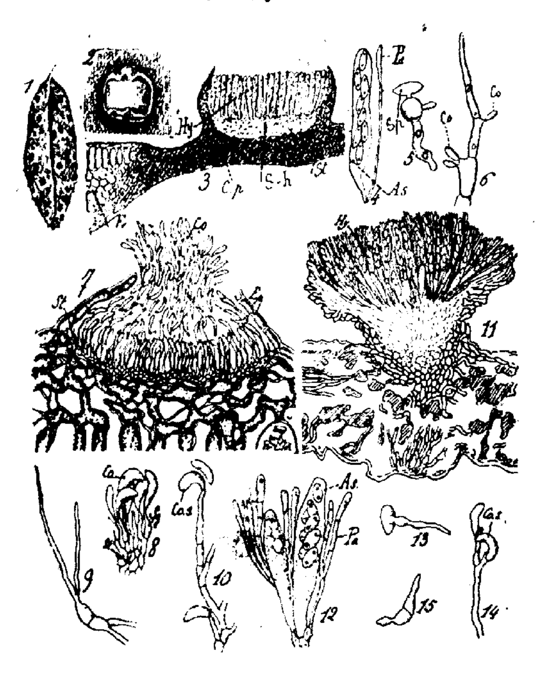
Ce sont de très petites Pezizes parasites des végétaux ; elles naissent dans l'intérieur des tissus et apparaissent au dehors en déchirant l'épiderme ; d'abord fermées et globuleuses, elles s'ouvrent par une fente irrégulière et s'étalent à maturité.

Pseudopeziza Trifolii (Biv.) Fuckel (pl. LI, fig. 5-6). — Les feuilles des Trèfles montrent souvent de petites taches

(1) Les graines de l'Ivraie enivrante renferment presque constamment sous le tégument une couche de filaments mycéliens auxquels P. Guérin attribue la toxicité de ces grains ; peut-être s'agit-il également du mycélium du *Stromatinia temulenta*, accidentel et parasite sur le Seigle, constant, stérile et vivant en symbiose sur l'Ivraie.

PLANCHE LI

Discomycètes.



Pseudopeziza Medicaginis. — 1, foliole de Luzerne attaquée. — 2, une fructification (grossie). — 3, coupe transversale d'une fructification : *Fe.*, tissu normal de la feuille ; *St.*, stroma mycélien dans lequel ont persisté quelques cellules du parenchyme, *Cp.*; *Hy.*, hyménium ; *S.h.*, couche sous-hyméniale. — 4, asque *As.* et paraphyse *Pa.*

Pseudopeziza Trifolii. — 5, germination d'une ascospore *Sp.* (d'après Brefeld). — 6, mycélium issu d'une ascospore et portant des conidies *Co.*

Pseudopeziza Ribis. — 7, coupe transversale de la forme conidienne : *Ep.*, épiderme ; *Co.*, conidies ; *St.*, stroma conidien. — 8, portion de la même plus grossie : *Sg.*, stérigmates. — 9, germination d'une conidie. — 10, mycélium issu d'une conidie et portant des cob des secondaires *Co.s.* — 11, coupe de la Pezize : *Hy.*, hyménium. — 12, asques *As.* et paraphyses *Pa.* — 13, germination de l'ascospore. — 14, conidies secondaires *Co.s.* sur le mycélium provenant d'une ascospore. — 15, germination d'une conidie secondaire (d'après Klebahn).

brunes, qui, si elles sont nombreuses, peuvent amener leur jaunissement et leur chute. Dans ces taches, le tissus de la feuille est remplacé par un stroma sur lequel se forment les Pezizes ; celles-ci déchirent l'épiderme supérieur de la feuille et viennent s'étaler au dehors sous forme de petites coupes sessiles, d'un brun foncé à l'extérieur, à hyménium gris. Les asques entourés de nombreuses paraphyses, ont la forme d'une massue allongée ; les ascospores sont hyalines, ovoïdes et munies de deux petites gouttelettes ; elles germent en une vésicule d'où partent plusieurs filaments mycéliens. L'infection se fait par pénétration d'un filament à travers la cuticule de la feuille ; le mycélium s'étend, se stromatise pour aboutir à la formation d'une fructification (Jones). L'hibernation se fait à l'état mycélien dans des feuilles sèches.

Jones a obtenu des cultures pures de *Ps. Trifolii ;* le mycélium donne exclusivement des fructifications ascosporées en tout identiques à celles qui se forment dans la nature.

Traitement. — En fauchant les prairies atteintes, on s'opposera à une grande extension de la maladie.

Pseudopeziza Medicaginis Lib. (pl. LI, fig. 1-4). — Les Luzernes sont fréquemment attaquées par ce Champignon qui présente sensiblement les mêmes caractères que le *Pseudopeziza Trifolii* dont il ne diffère que par les dimensions un peu plus faibles des organes reproducteurs.

On a parfois rattaché au *Ps. Medicaginis* une forme conidienne (*Sporonema phacidioides* Desm.) à petites spores ovales nées à l'extrémité des stérigmates rameux, filiformes. Toutefois Jones n'a pas observé cette forme dans les cultures pures où se forment exclusivement des réceptacles ascosporées et a constaté qu'elle se rattache à un autre Discomycète du genre *Pyrenopeziza.*

Pseudopeziza Ribis Klebahn (pl. LI, fig. 7-15). — Ce Champignon est fréquent sur les feuilles du Groseillier à grappes. Sa forme conidienne [*Glœosporium Ribis* (Lib.) Mont et Desm.] produit sur les feuilles de petites taches brunes qui s'étendent en grandes macules fauves pouvant couvrir tout le limbe ; les feuilles malades se dessèchent et tombent, et il n'est pas rare de voir en été des Groseilliers ainsi dépouillés

de leur feuillage. A la face supérieure des taches, les fructifications apparaissent comme de petits points bruns ; elles sont constituées par un stroma sous-épidermique sur lequel se dressent de nombreux stérigmates serrés les uns contre les autres ; les conidies, solitaires au sommet des stérigmates, sont incolores, courbées en croissant, arrondies au sommet et aiguës à la base ; leur développement soulève et déchire l'épiderme. Au moment de germer, ces conidies se cloisonnent, puis émettent des filaments rameux qui donnent naissance à des conidies semblables aux conidies primitives.

Klebahn a rencontré la forme parfaite sur des feuilles tombées et ayant passé l'hiver; ce sont des petites Pezizes qui naissent dans les tissus, puis sortent au dehors. Les ascospores, ovoïdes et hyalines, germent sans se cloisonner et donnent naissance à des conidies secondaires. Des infections faites à l'aide des ascospores ont reproduit la maladie.

Traitement. — Récolter et brûler les feuilles malades.

Mentionnons encore le *Pseudopeziza tracheiphila* Müll.-Thurg., auquel Müller-Thurgau attribue la formation sur les feuilles de la Vigne de grandes taches desséchées, rougeâtres, qu'on confondait avec des coups de soleil ; le mycélium, localisé dans les vaisseaux, y amène la production de gomme de blessure qui arrête la sève et cause la dessiccation d'une partie du limbe.

Le ***Pseudopeziza*** *Salicis* Potebn., sur les feuilles des Saules, se comporte comme le *P. Ribis* et présente une forme conidienne du type *Glœsporium* (*G. Salicis* West.).

Genre **Cenangium** Fries.

Les ***Cenangium*** diffèrent des Discomycètes précédents par leurs fructifications coriaces qui sont groupées sur un stroma commun faisant saillie à travers l'écorce déchirée des rameaux. Les ascospores sont simples, hyalines.

Ce sont presque toujours de simples saprophytes ; l'espèce suivante est cependant capable de causer des dommages.

Cenangium populneum (Pers.) (pl. LII, fig. 6-8). — Ce

Champignon peut se développer sur les rameaux vivants du Peuplier de la Caroline et causer de graves dégâts dans les pépinières ; on l'a constaté en plusieurs localités de la France et en Italie (Voglino). C'est un parasite de blessure ; l'écorce pénétrée montre des taches d'un brun livide qui, en s'étendant, peuvent faire le tour des rameaux, mais leur extension est souvent limitée par une lame de liège. En profondeur, le mycélium peut gagner le bois qui se colore en jaune (gomme de blessure).

Les pycnides (*Dothichiza populnea* Sacc. et Br.) apparaissent sur l'écorce morte ; elles sont aplaties et fermées, puis s'ouvrent en coupe irrégulière ; les spores sont hyalines, largement ovales et portées par des stérigmates filiformes qui tapissent tout le fond de la cupule. Elles germent par filament.

Voglino a montré que ces pycnides appartenaient à un Discomycète qu'on rencontre sur les tiges mortes ; les Pezizes sont coriaces, souvent difformes, noirâtres ; elles naissent en groupes sous le périderme, puis font saillie en dehors où elles s'ouvrent et s'étalent en un disque brun. Les asques sont cylindriques et renferment des spores oblongues, souvent courbes, hyalines.

Dans les pépinières, les dégâts peuvent être importants, les jeunes plants succombant souvent. Les arbres adultes sont peu atteints.

Traitement. — Détruire par le feu tous les plants atteints, ainsi que les brindilles qui traînent à terre dans les pépinières.

Choisir les boutures sur des arbres sains, et, avant la plantation, en tremper la base dans une bouillie bordelaise forte et légèrement acide, de façon à protéger la section par où le mycélium peut s'introduire.

Genre **Rhytisma** Fries.

Les *Rhytisma* s'éloignent beaucoup des genres précédents ; ils attaquent les feuilles sur lesquelles ils forment des taches noires en substituant un stroma au tissu normal ; des loges irrégulières, allongées, contenant les asques, s'y différencient ;

PLANCHE LII

Discomycètes.

Rhytisma acerinum. — 1, une feuille de Sycomore portant les stromas du parasite. — 2, les fructifications ascospores au printemps au moment où elles s'ouvrent. — 3, coupe transversale d'un stroma *S*. portant la spermogonie. — 4, portion d'une spermogonie montrant les stérigmates et les spermaties. — 5, asque et paraphyses.

Cenangium populneum. — 6, un rameau de Peuplier montrant les taches fructifiées du parasite. — 7, coupe d'une pycnide jeune, encore complètement fermée. — 8, stylospores.

une fente, largement ouverte à maturité, met l'hyménium à nu. Les ascospores sont filiformes et disposées parallèlement dans l'asque.

Ces Champignons se rapprochent des Pyrénomycètes de la famille des Hystériales, dont ils se distinguent par l'écartement des bords de la fente qui ouvre les réceptacles à asques.

Rhytisma acerinum (Pers.) Fries (pl. LII, fig. 1-5). — Les feuilles des Érables (E. plane, Sycomore) portent très souvent de grandes taches noires, arrondies ou irrégulières, produites par ce Champignon. Ces taches apparaissent en été sous forme de plages décolorées ; puis elles noircissent et durcissent. A ce moment tout le tissu de la feuille est détruit et remplacé par un stroma recouvert par la cuticule et présentant une croûte noire à la face supérieure.

A l'automne, les fructifications se différencient à la face supérieure de la feuille sous la couche noire externe du stroma : les spermogonies (*Melasmia acerina* Lév.) sont des cavités dont le fond est tapissé de fins stérigmates terminés par de petites conidies ; elles s'ouvrent par des fentes sinueuses. On n'a pu obtenir le développement des conidies. Les asques se forment plus tard, pendant l'hiver, et ne sont mûrs qu'au printemps : ils naissent dans des conceptacles assez semblables aux spermogonies ; mais les deux lèvres de la fente de déhiscence. s'écartent, mettant l'hyménium largement à nu. Ces asques ont la forme d'une massue allongée et contiennent huit spores filiformes, parallèles ; ils sont accompagnés de paraphyses grêles, enroulées en crosse à leur sommet. L'infection des jeunes feuilles d'Érable se fait facilement au moyen des ascospores.

Les dégâts causés par ce parasite ne sont pas bien grands et se bornent à la chute prématurée des feuilles atteintes. Le ramassage et la destruction des feuilles tombées en automne permettent d'arrêter les progrès du mal ; mais cette méthode ne peut être employée que dans les jardins et les parcs.

Les feuilles des Saules sont parfois attaquées par le *Rhytisma salicinum* (Pers.) Fries, qui y produit de grandes taches noires d'aspect assez semblable à celles de l'Érable.

III. — PYRÉNOMYCÈTES

Les Pyrénomycètes comprennent tous les Ascomycètes dont le réceptacle à asques, qui prend ici le nom de *périthèce*, ne s'ouvre à maturité que par un pore ou une fente étroite ou même reste clos. D'ailleurs ces périthèces varient de forme (ils sont le plus souvent globuleux) et de consistance ; ils sont simples et isolés, ou bien composés et réunis par un stroma.

Plus fréquemment encore que les Discomycètes, les Pyrénomycètes présentent des formes conidiennes, des pycnides ou des spermogonies.

Nous distinguerons les groupes suivants, les seuls qui aient un intérêt en pathologie végétale :

1° *Hystériales :* le périthèce plus ou moins allongé s'ouvre par une fente longitudinale ; cette famille fait la transition entre les Discomycètes (*Rhytisma*) et la suivante;

2° *Sphériales :* les périthèces, de consistance dure, de coloration foncée, s'ouvrent par un pore arrondi ; ils peuvent être libres et isolés ou réunis par un stroma dont toujours leur paroi propre reste distincte ;

3° *Dothidéales :* les périthèces, toujours composés, sont creusés dans un stroma sans présenter de paroi propre : ce sont des loges dans le stroma et non des conceptacles réunis par un stroma. La déhiscence se fait par un pore comme dans les Sphériales ;

4° *Hypocréales :* ce sont des Sphériales dont les périthèces charnus ont une coloration vive : rouge, jaune, blanche, etc.

5° *Périsporiales :* les périthèces, globuleux et sans pore, ne s'ouvrent que par des fentes ou des déchirures irrégulières de la paroi.

I. — HYSTÉRIALES.

Généralement les Hystériales sont des saprophytes sur les rameaux et les feuilles mortes ; quelques espèces, appartenant aux genres *Lophodermium* et *Hypoderma*, attaquent les aiguilles des Conifères.

Genre **Lophodermium** Chev.

Dans ce genre, les ascospores sont filiformes, disposées parallèlement dans l'asque dont elles atteignent presque la longueur.

Lophodermium Pinastri (Schrad.) Chev. (pl. LIII, fig. 1-5). — Cette espèce, dangereuse pour les jeunes arbres des pépinières, attaque les aiguilles des Pins et cause la maladie connue sous le nom de « rouge du Pin ». En été et en automne, on voit apparaître sur les feuilles des taches brunes qui s'étendent peu et amènent le rougissement et la dessiccation des aiguilles. Sur ces taches, qui dès le début renferment le mycélium du parasite, les fructifications se montrent en automne. Les spermogonies (*Leptostroma Pinastri* Desm.) sont constituées par un stroma sous-épidermique dont la partie interne porte des stérigmates grêles et de très petites conidies bacillaires ; l'épiderme se soulève et se déchire pour la mise en liberté des spores qu'on n'a pas pu faire germer.

Les périthèces se développent pendant l'hiver sur les aiguilles tombées et sont mûrs au printemps ; ils sont plus gros que les spermogonies, d'un noir brillant, allongés en forme d'amande et s'ouvrent par une fente longitudinale ; les asques sont cylindriques, accompagnés de paraphyses filiformes, un peu flexueuses au sommet ; les ascospores sont allongées, presque aussi longues que l'asque et renflées en massue à leur partie supérieure.

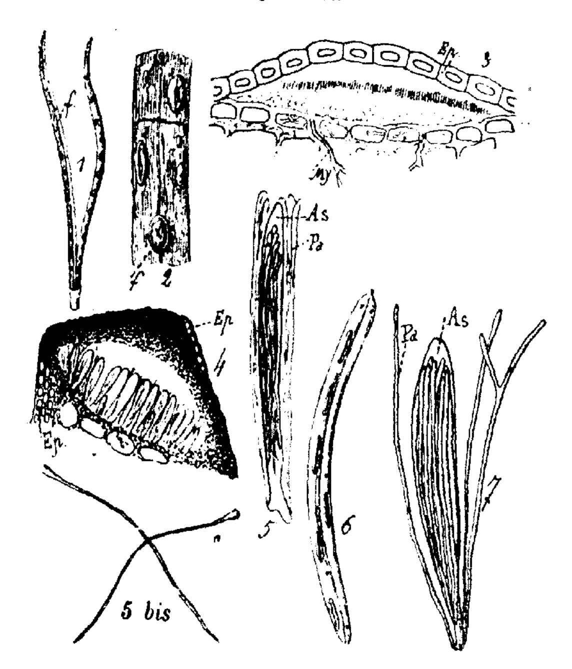
Dans les pépinières où le « rouge » prend parfois une grande extension, les jeunes pieds peuvent être tués en quelques années ; l'humidité a une très grande influence sur la gravité du mal. Dans les forêts, quelques auteurs, von Tubeuf, notamment, ont attribué au *Lophodermium Pinastri* la dessiccation et la chute des aiguilles des Pins (*Schutte* des forestiers allemands) ; mais il ne semble pas que cette affection soit de nature parasitaire, au moins dans la majorité des cas.

Traitement. — 1° Détruire par le feu les plants les plus atteints dans les pépinières ;

2° Diminuer l'humidité par tous les moyens ;

Planche LIII

Hystériales.



Lophodermium Pinastri. — 1, aiguilles de Pin silvestre portant des fructifications *f*. — 2, portion d'une aiguille à un grossissement plus fort. — 3, une spermogonie : *Ep.*, épiderme ; *My.*, mycélium. — 4, un périthèce, encore fermé, sur le tranchant d'une aiguille ; *Ep.*, épiderme soulevé et déchiré par le périthèce. — 5, asque, *As.*, et paraphyse, *Pa.* — 5 *bis*, deux ascospores.

Lophodermium macrosporum. — 6, feuille d'Épicéa portant les fructifications. — 7, asque et paraphyses.

3° Les traitements à la bouillie bordelaise ont donné de bons résultats (Bartet et Vuillemein) ; on fait deux pulvérisations, la première en juin, la seconde un mois après.

Lophodermium macrosporum (Hartig) Rehm (*Hypoderma macrosporum* Hart.) (pl. LIII, fig. 6-7). — Cette espèce est spéciale à l'Épicéa ; les aiguilles des rameaux d'un an ou plus brunissent, rougissent, tombent ou restent adhérentes à la branche.

Dans ce dernier cas seulement se forment des fructifications. Les spermogonies rappellent celles du *Lophodermium Pinastri*, mais prennent naissance dans l'intérieur même des cellules épidermiques. Les périthèces se différencient dans un stroma qui, formé également dans l'épiderme, soulève la paroi externe des cellules de cette assise. Mûrs, ils sont noirs, allongés, placés de chaque côté de la nervure sur la face inférieure des feuilles et s'ouvrent par une fente longitudinale. Les asques, accompagnés de longues paraphyses gélifiées, ont la forme d'une massue allongée ; les ascospores sont filiformes, un peu renflées à leur partie supérieure et sortent par un pore ouvert au sommet de l'asque. L'infection se fait par la pénétration dans un stomate du filament germinatif d'une ascospore.

La maladie sévit surtout dans les vallées humides et presque exclusivement sur les basses branches des Épicéas. On ne connait pas de traitement.

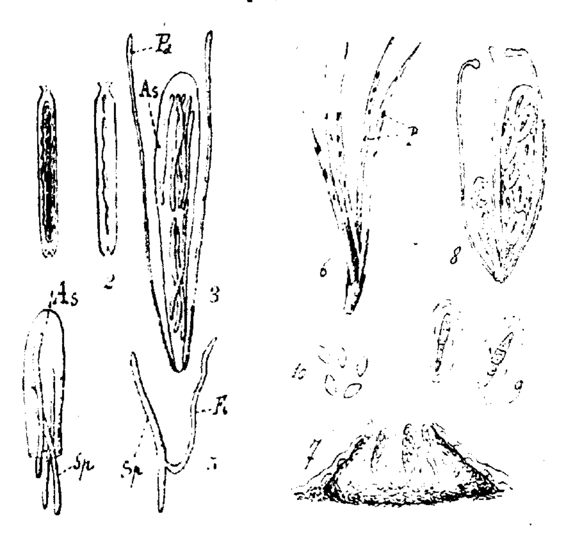
Genre **Hypoderma** D. C.

Les *Hypoderma*, très voisins des *Lophodermium*, n'en diffèrent que par leurs ascospores moins allongées, toujours beaucoup plus courtes que les asques.

Hypoderma nervisequum (D. C.) Fries (*Lophodermium nervisequum* Rehm.) (pl. LIV, fig. 1-5). — Ce Champignon attaque le Sapin et se développe sur les aiguilles âgées de deux ans et plus, dont il provoque souvent la chute. Les fructifications sont de deux sortes, des spermogonies et des périthèces. Les premières se différencient dans les cellules épidermiques et renferment des spores en massue, munies d'une cloison transversale. Les périthèces sont noirs, allongés ; ils

Planche LIV

Hystériales.



Hypoderma nervisequum. — 1, face supérieure d'une aiguille de Sapin portant la spermogonie. — 2, face inférieure de la même présentant les périthèces. — 3, asque et paraphyses. — 4, asque, *As*., ouvert par déchirure transversale. — 5, une ascospore *Sp*., germant par un filament *Fi*.

Hypoderma strobicola. — 6, aiguilles de *Pinus Strobus* portant des périthèces *P*. — 7, coupe transversale d'un périthèce. — 8, asques et paraphyses. — 9, ascospores. — 10, stylospores (d'après Fron).

naissent les uns à la suite des autres et, par leur réunion, forment une longue ligne noire, un peu flexueuse, sur la nervure médiane et à la face inférieure de la feuille. Une fente longitudinale ouvre cette file de périthèces. Les ascospores sont allongées, légèrement courbées et réunies en deux paquets de quatre spores placés dans l'asque l'un au-dessus de l'autre. Elles sont mises en liberté par rupture transversale de l'asque et germent par filament.

L'*Hypoderma nervisequum* attaque surtout les basses branches des Sapins ; il ne cause jamais une maladie bien grave.

Hypordema strobicola v. Tubeuf [*Lophodermium brachysporum* Rostr., *Hypoderma brachyspora* (Rostr.) Tub. nec Speg.] (pl. LIV, fig. 6-10). — Cette espèce s'attaque aux jeunes plants de Pin du Nord (*Pinus Strobus*) et cause d'assez graves dégâts dans les pépinières (Fron). Elle provoque le brunissement, puis la chute des aiguilles qui portent des taches noires de 1 à 2 centimètres de longueur, localisées principalement à la partie terminale. Le mycélium envahit la feuille à son insertion sur le rameau, s'étend dans la partie basilaire et peut aussi pénétrer la tige.

Les périthèces se montrent sur les aiguilles sèches et ressemblent à ceux des *Lophodermium ;* les asques renferment des spores assez courtes, entourées d'une épaisse gaine mucilagineuse, d'abord unicellulaires, ensuite divisées par une, puis deux cloisons transversales. Fron a aussi rencontré des pycnides à petites spores ovoïdes.

Il est vraisemblable que les traitements cupriques agissent préventivement comme ils agissent contre les *Lophodermium*.

II. — SPHÉRIALES.

C'est le groupe le plus important des Pyrénomycètes, celui qui renferme le plus grand nombre de parasites des plantes cultivées.

Les nombreux genres qui constituent ce groupe se distinguent à l'apparence des périthèces (superficiels ou enfoncés dans les tissus, isolés ou réunis par un stroma, etc.) et à la

structure des ascospores (simples ou cloisonnées, hyalines ou colorées, etc.) ; mais leur classification ne reposant pas actuellement sur des données bien certaines, nous nous contenterons de décrire successivement les genres les plus importants.

Genre **Rosellinia** de Notaris.

Les périthèces des *Rosellinia* sont noirs, volumineux et naissent superficiellement au milieu d'un lacis de filaments mycéliens ; leurs asques sont allongés et entourés de paraphyses grêles, les ascospores brunes et unicellulaires.

Plusieurs espèces de ce genre vivent en parasites sur les racines des plantes ; les maladies qu'elles causent sont connues sous le nom de *pourridié* et souvent confondues avec les altérations dues à d'autres Champignons, à l'*Armillariella mellea* notamment.

Rosellinia necatrix (Hart.) Berl. (*Dematophora necatrix* Hartig) (pl. LV). — Ce Champignon, étudié par Hartig, puis par Viala, attaque les racines de nombreux arbres, surtout des arbres fruitiers (Pêcher, Prunier, Cerisier, Abricotier, etc.) ; on le rencontre plus rarement sur les arbres des forêts. Il est répandu également sur le Mûrier et sur la Vigne. Quelques plantes herbacées peuvent aussi être envahies (Fève, Pivoine) ; nous avons une seule fois observé, sur des tubercules de Pomme de terre, un mycélium stérile présentant tous les caractères de celui de cette espèce.

Les racines des arbres envahis montrent un revêtement d'un blanc pur au début, devenant ensuite grisâtre ; ce mycélium s'agrège en lames et forme des cordonnets d'un gris plombé, ressemblant un peu aux rhizomorphes de l'*Armillariella mellea*, mais plus irréguliers, moins compacts, floconneux à l'extérieur. Ces cordons se répandent dans le sol et disséminent la maladie ; s'ils rencontrent une racine, ils s'étalent à sa surface, s'y introduisent et s'épanouissent en lame mince entre le bois et le liber. Le bois est lui-même pénétré et tué ; il s'imprègne d'une matière gommeuse brune comme dans les arbres attaqués par les Polypores.

Les filaments mycéliens sont grêles, cloisonnés, incolores,

puis brunâtres; un caractère les fait facilement reconnaître, c'est la présence de dilatations piriformes, surtout abondantes dans le mycélium brunâtre de la surface, plus rares sur le trajet des filaments grêles qui circulent dans les tissus.

Des sclérotes se montrent sur les racines envahies depuis longtemps ; ils naissent dans les tissus en face des rayons médullaires et apparaissent au dehors en soulevant l'écorce ; ce sont de petites masses brunes souvent disposées en files longitudinales.

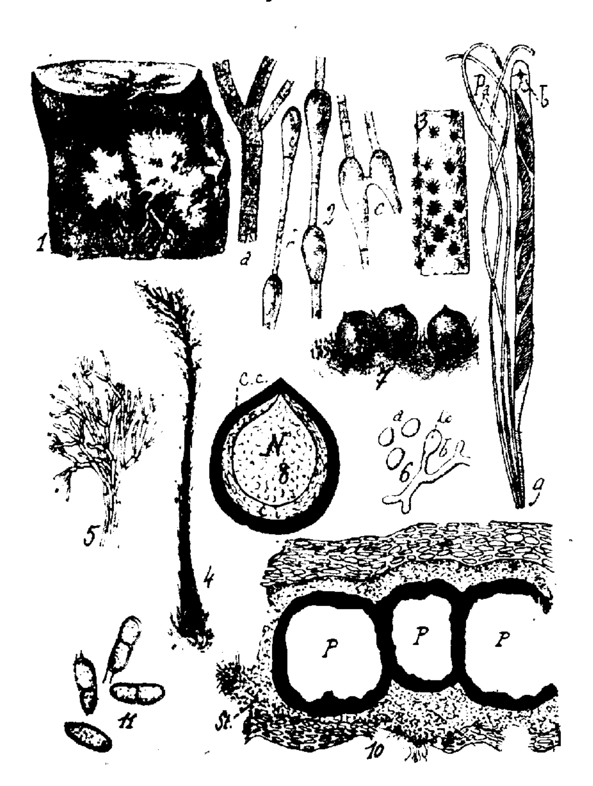
Les racines mortes placées à l'humidité se couvrent de fructifications conidiennes. Les conidiophores forment un revêtement brun à la surface des tissus et surtout sur les sclérotes ; ce sont des filaments à membrane épaisse, agrégés en petites colonnes dressées ; leurs extrémités sont plus pâles, ramifiées et produisent de très petites conidies ovoïdes, presque hyalines, qui germent en reproduisant le mycélium.

Sur des racines mortes depuis plusieurs années, Viala a rencontré des pycnides et des périthèces ; ces derniers ont été retrouvés par Prillieux, qui en a complété la description. Les pycnides se forment à l'intérieur des sclérotes et contiennent de grosses spores brunes, simples ou cloisonnées en leur milieu. Les périthèces naissent extérieurement à la plante au milieu des conidiophores ; ils sont volumineux ($1^{mm},5$), arrondis, brunâtres ; leur paroi est formée de deux couches distinctes, l'extérieure noire, carbonacée et dure, l'intérieure blanche, donnant naissance aux asques et aux paraphyses. Ces paraphyses sont filiformes, très allongées et très nombreuses ; les asques, de forme cylindrique, renferment huit spores disposées en une seule file ; jeunes, ils présentent à leur sommet un point réfringent qui s'accroît et, à maturité des spores, forme une sorte de bouchon terminal, colorable en bleu par l'iode (chambre à air de Viala) ; cette disposition se retrouve dans d'autres *Rosellinia*. Les ascospores, de grande taille et de couleur brune, sont allongées en forme de navette et pointues aux deux extrémités ; elles sont mises en liberté par gélification de la paroi de l'asque. On n'a pu les faire germer.

Les périthèces ne présentent pas de véritable pore ; leur

PLANCHE LV

Sphériales.



Rosellinia necatrix. — 1, racine de Mûrier présentant le mycélium et les cordonnets du parasite. — 2, filaments mycéliens : *a*, mycélium âgé ; *b*, filament plus jeune avec dilatation ; *c*, anastomose de deux filaments. — 3, sclérotes couverts de conidies sur racine de Mûrier. — 4, une fructification conidienne. — 5, extrémité d'un conidiophore. — 6, conidies ; en germination en *b*. — 7, périthèces sur racine de Pêcher (grossis). — 8, coupe d'un périthèce : *C.e.*, couche externe carbonacée ; *C.i.*, couche interne blanche ; *N.*, asques et paraphyses. — 9, un asque entouré de paraphyses *Pa.* ; *b*, le bouchon du sommet de l'asque. — 10, pycnides *P* naissant dans un sclérote *St.* — 11, stylospores (fig. 10 et 11 d'après Viala).

sommet est muni d'une petite papille saillante qui se crevasse pour laisser échapper les spores; souvent ces fentes s'étendent en grandes craquelures qui partagent le périthèce en valves irrégulières (Prillieux).

L'évolution du parasite est plus ou moins rapide selon la nature du sol et aussi suivant la plante attaquée. Souvent les Pêchers sont tués très rapidement : après avoir fourni une récolte abondante, ils se dessèchent brusquement au printemps suivant ; le premier développement s'était fait uniquement aux dépens des réserves accumulées dans l'arbre, mais les racines étaient mortes. Des dessiccations brusques s'observent aussi dans le midi sur les Mûriers.

Les sols humides sont particulièrement favorables au développement du pourridié.

Traitement. — 1° Drainer les sols humides;

2° Arracher les arbres morts en ayant soin d'extirper et de brûler sur place tous les débris de racines. On veillera à ne pas replanter les places contaminées avant plusieurs années, cinq ou six ans au moins, pendant lesquelles le sol sera maintenu sans culture.

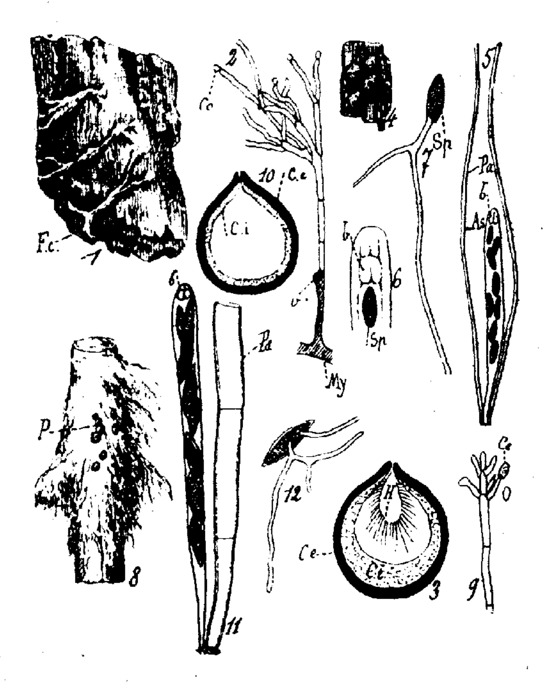
Si la maladie s'est étendue à un certain nombre d'arbres et forme tache, on arrachera tous les arbres atteints et même, sur les bords de la tache, un certain nombre encore sains, et on enclora d'un fossé profond (60 à 80 centimètres au moins), dont on rejettera la terre en dedans.

3° L'emploi du sulfure de carbone, injecté au sol avec le pal, a donné quelques bons résultats ; le traitement d'extinction est fait après arrachage des arbres atteints à la dose de 200 grammes par mètre carré. Il n'y a guère à compter sur l'efficacité des traitements d'entretien faits à une dose plus faible (30 à 40 grammes) sur le sol planté.

Rosellinia aquila (Fr.) de Not. (pl. LVI, fig. 1-7). — Cette espèce, fréquente à l'état saprophytique, peut attaquer les racines de certains arbres et surtout du Mûrier (*maladie des racines du Mûrier*), de la même manière que le *Rosellinia necatrix* auquel elle ressemble d'ailleurs beaucoup. La maladie est moins grave et évolue moins rapidement que le pourridié produit par ce dernier Champignon.

PLANCHE LVI

Sphériales.



Rosellinia aquila. — 1, fragment de racine de Mûrier portant les cordonnets mycéliens ***F.c.*** — 2, un conidiophore ; *Co.*, conidie ; *My.*, mycélium. — 3, coupe d'un périthèce : *Ce.*, couche externe noire ; *C.i.*, couche interne blanche ; *H.*, l'hyménium. — 4, un groupe de périthèces sur Mûrier. — 5, asque *As.* et paraphyses ***Pa.*** ; ***b.***, **bouchon terminal.** — 6, extrémité de l'asque à un grossissement plus fort ; *b.*, **bouchon** ; ***Sp.***, **ascospore.** — 7, une ascospore en germination.

Rosellinia quercina. — 8, base de la tige d'un Chêne couverte du revêtement mycélien ; ***P.***, **périthèces.** — 9, conidiophore : *Co.*, conidie. — 10, coupe d'un périthèce ; ***C.e.***, **couche externe** noire ; *C.i.*, couche interne blanche. — **11, asque et paraphyse *Pa* (la base seule est figurée)** ; *b.*, bouchon terminal. — **12, germination de l'ascospore (fig. 8-12 d'après Hartig).**

Le mycélium forme à la surface des racines un revêtement floconneux blanc, devenant gris foncé avec l'âge. Les fructifications apparaissent sur les racines mortes ; ce sont d'abord des conidiophores isolés, ramifiés et terminés par des conidies ovoïdes. Les périthèces naissent au milieu des conidiophores ; ils ont à peu près l'aspect et la taille de ceux du *Rosellinia necatrix*, mais sont pourvus d'un pore terminal bien formé ; les asques, munis d'un bouchon colorable par l'iode, contiennent huit ascospores brunes, ovoïdes, avec une face plus bombée que l'autre, obtuses aux deux extrémités et munies d'une ou deux gouttelettes.

Le traitement est le même pour que le *Rosellinia necatrix*.

Rosellinia quercina Hartig (pl. LVI, fig. 8-12). — Cette espèce, étudiée par Hartig, produit un pourridié sur le Chêne ; seuls les jeunes plants dans les pépinières sont gravement atteints ; ils jaunissent, se dessèchent à partir du sommet ; leurs racines se couvrent d'un lacis mycélien qui s'agrège en cordonnets, puis en un réseau à la surface de la plante et dans le sol.

Les fructifications sont de deux sortes : des conidiophores dressés portant plusieurs verticilles de courts ramuscules terminés par des conidies et des périthèces ressemblant à ceux des espèces précédentes ; les ascospores sont fusiformes, et les asques accompagnés de paraphyses épaisses et longues.

Cette maladie est rare en France, beaucoup plus répandue en Allemagne ; on la renontre dans les pépinières forestières, qu'elle peut détruire, surtout dans les terrains humides.

Genre **Guignardia** Viala et Ravaz.

Ce genre est caractérisé par ses périthèces simples, arrondis, enfoncés dans les tissus de la plante-hôte, par ses asques dépourvus de paraphyses et par ses spores hyalines, continues. Il renferme des parasites très importants et en particulier le *G. Bidwellii*, cause de Black-rot de la Vigne.

Guignardia Bidwellii (Ellis) Viala et Ravaz (pl. LVII et LVIII). — Le Black-rot de la Vigne (pourriture noire) a été importé en Europe avec des Vignes américaines ; en Amérique,

il a causé des dégâts considérables signalés dès 1848. Reconnu en 1885 dans l'Hérault, il ne tarda pas à apparaître dans différentes régions de la vallée de la Garonne, puis dans tout le Sud-Ouest, les Charentes, le Beaujolais, la Nièvre, l'Yonne, le Jura, la Savoie, la vallée du Rhône ; mais c'est dans la vallée de la Garonne que ses dégâts ont été les plus graves.

Le Champignon se développe sur les feuilles, les jeunes sarments, les pétioles, les vrilles et les grappes. C'est sur les fruits, dont l'invasion succède à celle des feuilles, qu'il peut produire de véritables désastres ; on a observé plus d'une fois la destruction complète de la récolte.

Sur les feuilles, la maladie débute par de légères boursouflures peu visibles, dues à la réaction de l'épiderme et de la couche palissadique ; puis la boursouflure s'affaisse, se décolore, prend une teinte feuille-morte ; à ce moment le contenu des cellules est coagulé et bruni. Tout autour de la partie atteinte, les tissus sains réagissent et limitent la tache par une lame de liège qui forme une marge brune légèrement proéminente. Ces taches ne mesurent pas plus de 1 centimètre de diamètre et par elles-mêmes ne causent que des dégâts peu importants. Les fructifications apparaissent à la face supérieure, plus rarement sur les deux faces, sous la forme de petits points noirs, souvent disposés en cercles concentriques.

Sur les jeunes rameaux, les taches sont plus allongées, déprimées, souvent fendillées ; rarement elles font le tour du rameau, et alors la partie placée au-dessus meurt. Des lésions analogues se montrent sur les pétioles, les rafles, les vrilles.

Les raisins peuvent être atteints à tous les états de développement jusqu'à la véraison. Au début, les phénomènes de réaction sont les mêmes que sur les feuilles : d'abord apparaît une légère protubérance due à l'hypertrophie des cellules épidermiques, puis la tache s'étend, se décolore, et dès le cinquième ou le sixième jour le grain commence à se rider ; la pulpe devient molle et brunâtre ; la surface entière, noire et brillante, se couvre de petites pustules globuleuses qui lui donnent un aspect chagriné. Selon l'état de développement du grain au moment de l'attaque, l'apparence des lésions peut varier un peu. Les raisins atteints tombent ou restent attachés à la

grappe. Très rarement l'évolution du parasite s'arrête, limitée par une lame de liège ; la lésion se réduit alors à une macule qui peut se détacher et tomber. Ce cas ne s'observe que quand un temps exceptionnellement sec entrave le développement du mycélium.

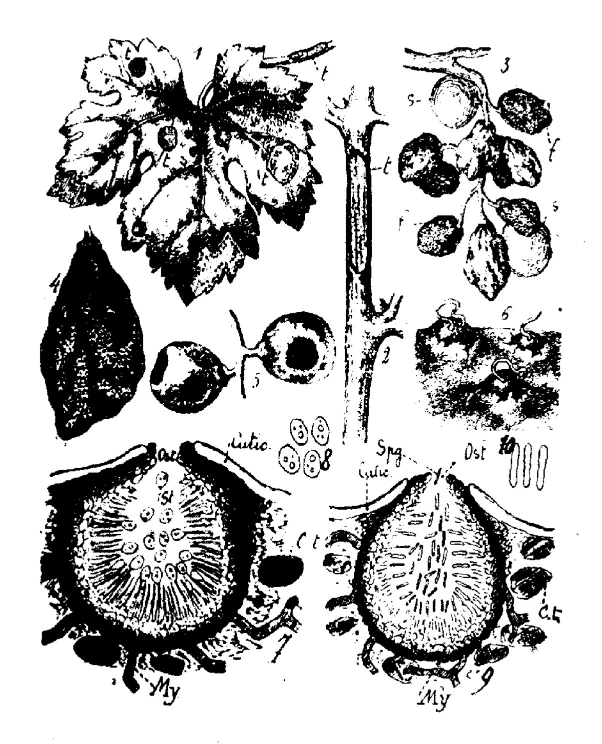
Les fructifications du Champignon sont de plusieurs sortes ; pendant toute la période de végétation, on observe des spermogonies et des pycnides, tant sur les raisins que sur les feuilles ou les rameaux. Ces organes proviennent de la différenciation du mycélium, dont les filaments se pelotonnent en une masse assez homogène, de structure celluleuse, enfoncée dans les tissus ; dans la partie périphérique de ces petits corps, les parois des filaments s'épaississent, deviennent noires ; le tissu central, resté hyalin, se résorbe ; un pore apparaît au sommet de la sphère, tandis que toute la surface interne se couvre de fins stérigmates terminés par des spores. Dans les spermogonies, les conidies sont petites (5 à 6 μ de long), cylindriques ; elles ne germent pas. Dans les pycnides (*Phoma uvicola* Berk. et Curt.), les stylospores sont plus grosses (9,5 × 5 μ en moyenne), ovoïdes ou presque arrondies, à protoplasma granuleux ; les stérigmates se gélifient rapidement et les spores sortent agglomérées par une matière visqueuse en un long filament blanchâtre.

Quand on conserve pendant l'hiver des raisins atteints, les pycnides (1) qui les couvrent se remplissent d'un tissu homogène dû à la prolifération de la couche qui portait les stylospores et se transforment en véritables sclérotes (de tels organes se rencontrent aussi pendant l'été sur les grains ; ce sont alors des pycnides non évoluées). Vers la fin de l'hiver, ces sclérotes se transforment en périthèces, où des asques se différencient progressivement. Mûrs, les asques, dépourvus de paraphyses, sont allongés, un peu en massue au sommet et atténués à la base, et contiennent huit ascospores hyalines, irrégulièrement ovoïdes, souvent renflées au milieu. La membrane de l'asque se gélifie en partie, et la poussée qui en résulte expulse violemment les spores et les projette à quelques

(1) Les *spermogonies* ne se transforment pas en périthèces ; on les retrouve intactes au printemps suivant.

PLANCHE LVII

Sphériales.



Guignardia Bidwellii. — 1, feuille de Vigne portant les taches *t* du Black-rot. — 2, tache *t* sur un sarment. — 3, portion de grappe attaquée : *S.*, grains sains *t.*, grains couverts de fructifications. — 4, un grain couvert de fructifications. — 5, deux grains sur lesquels l'évolution du Champignon est arrêtée. — 6, pycnide émettant leurs spores en un fil gélatineux. — 7, une pycnide : *Cutic.*, cuticule du grain ; *Ost.*, l'ostiole ; *St.*, stylospores ; *My.*, mycélium ; *C. t.*, cellules tuées de la pulpe. — 8, stylospores. — 9, une spermogonie ; *Spg.*, spermatie. — 10, spermaties.

centimètres hors des périthèces. L'époque de maturité des asques varie suivant les régions; elle est plus précoce dans le Midi.

En dehors de ces formes, le *Guignardia Bidwellii* présente plus rarement (Lamson Schribner, Delacroix) une forme conidienne qui apparaît au sommet des pycnides, des spermogonies et des sclérotes sous forme de filaments bruns, ramifiés, portant des conidies ovoïdes, brunâtres, simples ou cloisonnées. Quant à une autre forme conidienne décrite par Viala, elle paraît n'être qu'une moisssure du genre *Verticillium* développé accidentellement sur les conceptacles du Blak-rot.

La germination des stylospores et des ascospores se fait de la même façon, par production d'un filament qui s'allonge et se ramifie ; dans quelques cas, il se produit une conidie secondaire terminale, à membrane brune (Prunet, Ravaz). Les stylospores semblent conserver leur pouvoir germinatif plus longtemps que les ascospores.

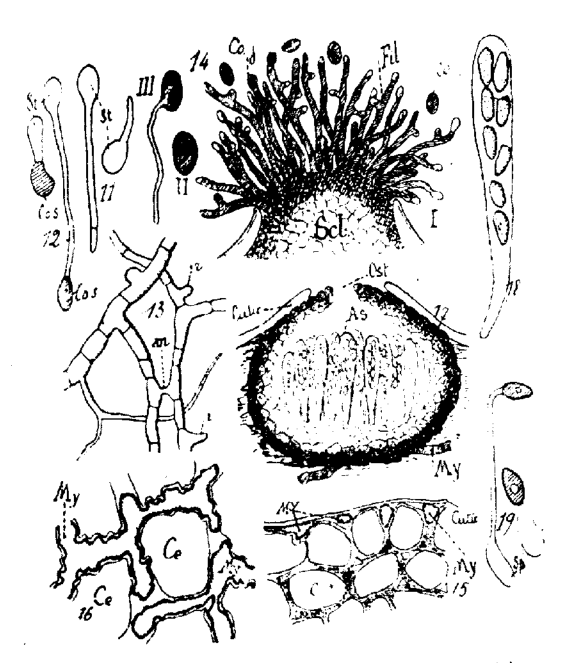
Viala et Pacottet ont obtenu la culture artificielle du *Guignardia Bidwellii* en partant du mycélium pris dans la pulpe d'un grain atteint ; le Champignon se développe facilement sur un moût stérilisé à basse température et, après plusieurs passages sur ce milieu, devient capable de croitre sur de nombreux milieux artificiels, sur lesquels il fructifie et forme des pycnides.

L'infection se fait par la pénétration du filament provenant de la germination d'une spore. Ce filament rampe d'abord à la surface de la feuille ou du grain, puis pénètre sous la cuticule et, sans s'enfoncer plus profondément, se ramifie abondamment, suivant le contour des cellules épidermiques en formant un véritable réseau. A ce moment seulement des rameaux s'enfoncent verticalement dans les tissus, où ils se ramifient rapidement (Ravaz et Bonnet, Ducomet). Ce sont des filaments cloisonnés, variqueux, hyalins, brunâtres aux environs des fructifications.

Le Black-rot procède par foyers qui s'étendent assez lentement et par poussées successives ; il se distingue par là du Mildiou et de l'Oïdium qui sont de véritables maladies épidémiques. Les premières invasions ou invasions primaires de

PLANCHE LVIII

Sphériales.



Guignardia Bidwellii. — 11, stylospores *St.*, en germination. — 12, stylospores germant et produisant des conidies secondaires *Co. s.* — 13, le mycélium dans la pulpe d'un grain : *an.*, anastomose de 2 filaments voisins ; *r.*, ramification jeune (?). — 14, I, la forme conidienne sur un sclérote *Scl.* ; *Fil.*, filament ; *Co. j.*, conidie jeune ; *Co.*, conidie mûre. — II, une conidie cloisonnée. — III, conidie en germination. — 15, le mycélium *My*, au début de l'attaque d'un grain ; *Cutic.*, cuticule (d'après Ravaz et Bonnet). — 16, le même en coupe tangentielle (d'après Ravaz et Bonnet). — 17, un périthèce : *Cutic.*, cuticule ; *My.*, mycélium ; *Ost.*, ostiole ; *As.*, asque. — 18, un asque. — 19, germination des ascospores, *Sp.* par spores secondaires.

Black-rot sont uniquement dues aux ascospores ou aux stylospores qui ont pu persister pendant l'hiver sur les raisins atteints l'année précédente. L'époque de ces premières invasions est variable suivant les régions et pour une même région suivant les conditions climatériques, chaleur et humidité. Les invasions suivantes sont dues aux stylospores développées sur les premières taches ; d'abord les feuilles seules sont atteintes, puis les jeunes grappes. Il est extrêmement rare que le Black-rot se développe d'emblée sur les raisins.

Chaque invasion coïncide toujours avec une période pluvieuse ; elle ne se manifeste d'ailleurs extérieurement par l'apparition des taches que plusieurs jours après l'infection. Mais toute pluie n'amène pas forcément une invasion, d'après Cazeaux-Cazelet et Capus, il faut en plus un abaissement de la température qui produit un ralentissement dans la végétation de la Vigne et met celle-ci en état d'être pénétrée par le mycélium, en état de réceptivité ; l'infection proprement dite se fait quand la température se relève.

D'ailleurs un organe de la Vigne, quelles que soient les conditions extérieures d'humidité et de température, n'est pas pendant toute son existence susceptible d'être pénétré par le mycélium ; il faut certaines conditions internes qui paraissent tenir à la composition chimique des tissus. Ainsi les feuilles ne peuvent être atteintes que lorsqu'elles sont jeunes, pendant une période qui correspond à la présence dans leurs cellules d'acide tartrique, corps dont les feuilles adultes sont dépourvues. De même les fruits ne sont attaqués que jusqu'à la véraison, tant qu'ils contiennent une certaine dose d'acide. Ces faits sont à rapprocher de l'action exercée par les acides sur les cultures artificielles du *Guignardia Bidwellii* ; le Champignon ne pousse que dans les milieux acides, les bases en arrêtent le développement, le sucre le retarde (Viala et Pacottet).

L'influence du cépage sur la gravité du Black-rot paraît tenir surtout à l'épaisseur de la cuticule des feuilles et du grain ; les cépages américains et les hybrides franco-américains sont en général plus résistants que les Vignes françaises et surtout que l'Aramon, la Carigane, le Folle-blanche, etc.

Traitement. — Le traitement est exclusivement préventif et comporte les indications suivantes : suppression des foyers d'infection, pulvérisation de bouillies.

La suppression des foyers d'infection, surtout préconisée par Prillieux, consiste dans le ramassage au moment de la vendange et dans la destruction par le feu de tous les débris (surtout les grappes qui seules portent des périthèces) desséchés par le parasite ; on supprime ainsi au moins en partie la cause première de l'infection pour l'année suivante. L'enfouissement par un labour léger de ces débris ne peut remplacer leur incinération ; car les spores ne sont pas toujours tuées dans le sol et peuvent être ramenées à la surface.

L'enlèvement des feuilles atteintes dans les premières invasions, quand le nombre de ces feuilles rend l'opération possible, diminue l'intensité des invasions suivantes ; elle doit être faite dès l'apparition des taches.

Quant à la pulvérisation de bouillies et surtout de la bouillie bordelaise, son efficacité est certaine ; bien que les spores du *Guignardia Bidwellii* soient notablement plus résistantes aux poisons que celles du Mildiou, la bouillie bordelaise ordinaire à 2 p. 100 de sulfate de cuivre est suffisante, et il n'y a aucun intérêt à augmenter la dose de ce sel.

On conçoit que les premiers traitements soient, et de beaucoup, les plus importants ; ils ont pour but de protéger les Vignes contre les invasions primaires provenant de la germination des ascospores ; si, au moment où la formation de ces spores est terminée, c'est-à-dire vers la fin de juin, le feuillage de la Vigne est absolument indemne, la récolte peut être considérée comme sauvée, l'infection des grains étant toujours due aux stylospores nées sur les feuilles. On doit donc avoir pour but de prévenir les invasions primaires ; le premier traitement doit être effectué dès que les jeunes pousses ont de cinq à sept feuilles, et théoriquement les pulvérisations suivantes devraient être assez rapprochées pour que les feuilles soient recouvertes de bouillie à mesure qu'elles se développent. En pratique, on fait de trois à cinq traitements entre le débourrage et la formation des grains, suivant l'intensité de la maladie dans la région, puis un dernier quand les grains ont la

grosseur d'un pois. Mais, pour diminuer les frais, on a cherché à réduire le nombre de pulvérisations ; et, en effet, un traitement n'est utile que s'il est fait au moment d'une invasion ; le problème revient donc à prévoir les invasions. Cazeaux-Cazalet et Capus recommandent de traiter dès que la température s'abaisse et que les pluies sont à craindre ; on peut d'ailleurs soit mesurer directement la température, soit mesurer le ralentissement dans la croissance des pousses, qui en est la conséquence : le traitement doit toujours précéder le relèvement de la température, car c'est alors que l'infection se fait. Ducos a proposé un autre système qui consiste essentiellement à placer dans un pied de Vigne témoin et non traité une grappe atteinte l'année précédente et à traiter dès qu'une invasion se manifeste sur ce cep témoin

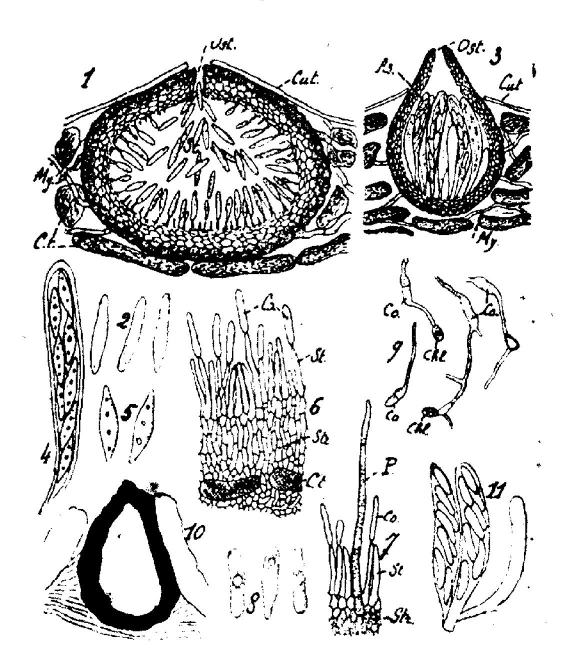
On voit qu'il est en somme assez délicat de pratiquer les traitements en temps voulu si l'on ne veut pas les multiplier outre mesure. Tous les échecs souvent observés ne viennent pas d'une inefficacité des pulvérisations cupriques, mais uniquement de ce que l'application n'en avait pas été faite au moment des invasions.

Les cultures faites par Viala et Paccottet et les résultats de l'étude des poisons sur le développement du *Guignardia Bidwellii* leur ont montré que ce Champignon était très sensible à l'action de l'acide acétique et leur a suggéré l'idée d'employer une bouillie contenant 1 p. 100 de verdet et 0,5 d'acide acétique pur. Les quelques essais faits avec cette formule ont donné des résultats favorables.

Guignardia baccæ (Cavara) Jacz. (*G. reniformis* Prill. et Delacr.) (pl. LIX, fig. 1-5). — La maladie produite par cette espèce a été observée en Italie, en Algérie, au Caucase, en Asie Mineure, dans le midi de la France, etc. ; elle doit être assez répandue, mais les grandes analogies qu'elle présente avec le Black-rot ont dû faire souvent confondre les deux affections. On peut cependant les distinguer assez facilement sans avoir recours à l'examen microscopique : dans le cas du *Guignardia baccæ*, on trouve très souvent, ce qui est exceptionnel dans le Black-rot, des grains où le mycélium, arrêté dans son développement, reste localisé en une tache n'occupant

Planche LIX

Sphériales.



Guignardia baccæ. — 1, une pycnide : *Cut.*, cuticule du grain ; *Ost.*, ostiole ; *St.* stylospores ; *My.*, mycélium ; *C. t.*, cellules tuées de la pulpe. — 2, stylospores. — 3, coupe d'un périthèce ; *As.*, asques. — 4, asque. — 6, ascospores.

Glomerella fructigena. — 6, coupe dans la forme conidienne : *Co.* conidies ; *St.*, stérigmates ; *Str.*, stroma ; *C. t.*, cellules tuées du fruit. — 7, forme conidienne avec un poil *P.*, naissant au milieu des stérigmates. — 8, conidies. — 9, germination des conidies *Co.* ; *Chl.*, chlamydospores (d'après Southleworth). — 10, un périthèce (d'après Spaulding). — 11, asques.

qu'une partie de la surface et limitée par une lame de liège. De ce mode de développement résulte une gravité moins grande de la maladie. De plus, le *Guignardia baccæ* n'attaque que fort rarement les feuilles.

Les pycnides se distinguent très facilement de celles du *Guignardia Bidwellii ;* leurs stylospores sont volumineuses (20 à 22 μ de longueur), d'abord fusiformes, puis arquées, cylindriques et obtuses aux extrémités ; ces différences dans l'aspect des spores avaient fait croire à deux espèces distinctes qui, avant la découverte de la forme à asques, avaient reçu les noms de *Phoma flaccida* Viala pour les pycnides jeunes et de *Phoma reniformis* pour les pycnides adultes.

Les périthèces ressemblent beaucoup à ceux du *Guignardia Bidwellii ;* ils sont toutefois plus piriformes, munis d'une papille allongée et saillante et d'un pore plus large ; les asques sont claviformes ; les ascospores sont un peu verdâtre, un peu plus grosses et plus allongées que celles du Black-rot. De plus, les périthèces sont mûrs dès l'automne et apparaissent au milieu des pycnides.

Le parasitisme de cette espèce, bien que nié par quelques auteurs (Ravaz et Bonnet), a été établi par des infections d'une façon certaine (Speschnew).

Le traitement est celui du Black-rot.

Genre **Glomerella** Schrenk et Spauld.

Les *Glomerella* (*Gnomoniopsis* Stonem.) rappellent les *Guignardia* par leurs asques et leurs ascospores ; mais leurs périthèces, souvent munis à leur sommet d'un col court traversé par le pore, sont rapprochés ou même réunis à la base par un stroma. De plus, leurs formes conidiennes appartiennent au type *Glœosporium :* ce sont des stromas aplatis, prenant naissance sous l'épiderme et tapissés à leur face externe de stérigmates ; les conidies sont simples et hyalines.

Une seule espèce est signalée comme dangereuse en Europe, où d'ailleurs on n'a encore rencontré que sa forme conidienne

Glomerella fructigena Sacc. [*G. rufo-maculans* (Berk.) Spauld. et Schrenk] (p. LX, fig. 6-11). — Cette espèce, très

fréquente en Amérique où elle attaque les fruits et même les rameaux des arbres fruitiers, existe aussi en Europe, mais elle y est moins dangereuse et ne se rencontre guère que sur les fruits conservés au fruitier et presque esclusivement sur les fruits à pépins : pommes, poires, coings ; on l'a signalée également sur les pêches, les cerises et les abricots.

C'est un parasite de blessure incapable de perforer la cuticule saine des fruits ; il produit des taches brunes, un peu déprimées, s'étendant rapidement et où la chair prend un goût amer, ce qui justifie le nom de pourriture amère (*Bitterfäule*) souvent donné à cette maladie. Sur les taches brunes apparaissent des pustules d'un blanc rosé, souvent disposées en cercles concentriques. Le stroma qui les constitue porte sur sa face externe des stérigmates cylindriques terminés par des conidies unicellulaires, oblongues, incolores, à contenu granuleux ; parfois, au milieu des stérigmates, on trouve de longs poils allongés, bruns et stériles. A la germination, les conidies se cloisonnent et émettent des filaments terminés par des spores secondaires. Cette forme conidienne (*Glœosporium fructigenum* Berk., *Ascochyta rufo-maculans* Berk.) est la seule qui ait été observée en Europe ; en Amérique, Clinton, puis von Schrenk et Spaulding ont trouvé sur des pommes atteintes des périthèces noirs contenant des asques dépourvus de paraphyses ; les ascospores sont allongées, unicellulaires, hyalines.

Le seul traitement consiste à supprimer les fruits malades pour éviter la propagation de la pourriture.

Genre **Sphærella** Fr. (*Mycosphærella*).

Dans ce genre, les périthèces sont simples et les asques sans paraphyses comme chez les *Guignardia ;* mais les acospores sont munies d'une cloison transversale qui les divise en deux cellules souvent inégales ; elles sont incolores ou légèrement jaunâtres.

Parmi les très nombreuses espèces de *Sphærella*, beaucoup sont parasites sur des taches foliaires ; quelques-unes sont la cause de graves maladies.

Sphærella tabifica Prill. et Delacr. (p. LX). — Ce Champignon est l'agent de la *pourriture du cœur de la Betterave* (1), maladie qui prend certaines années un développement considérable et peut détruire presque complètement la récolte.

C'est en juillet ou août que les premiers symptômes apparaissent : on voit les pétioles se courber, puis la feuille jaunit et se dessèche en partie. Les pétioles montrent à leur face supérieure de très longues taches desséchées, blanchâtres, souvent craquelées, puis couvertes de petits points noirs, qui sont les pycnides du Champignon. Le limbe présente aussi des taches d'aspect un peu analogue, mais plus arrondies, brunes et zonées. Le mycélium pénètre profondément les tissus du pétiole, le bois brunit, ce qui explique le flétrissement et la dessiccation du limbe. A partir de ce moment, les racines ne grossissent pas ; de plus la pourriture, en suivant les vaisseaux, gagne le collet et amène la mort du bourgeon terminal et des jeunes feuilles. Celles-ci se couvrent souvent d'une moisissure d'un brun verdâtre (*Cladosporium*), généralement saprophyte, mais pouvant parfois exister seule sur les jeunes feuilles du cœur et en amener le dessèchement ; de toutes façons, ce *Cladosporium* ne pénètre pas la racine et ne cause pas des dégâts aussi importants que ceux du *Sphærella*.

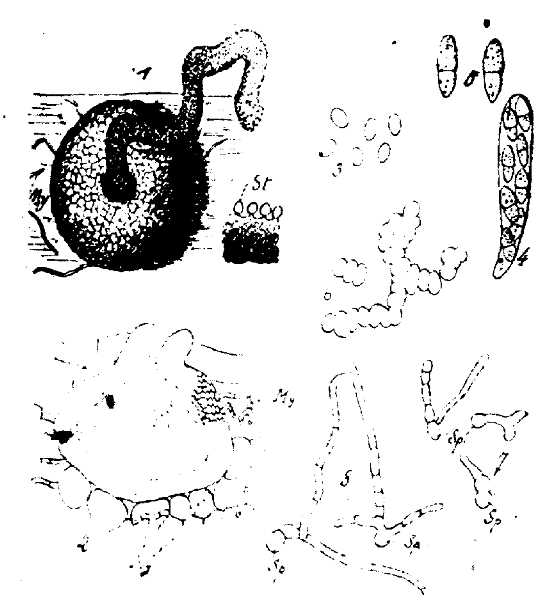
Les feuilles atteintes se dessèchent et se détachent de la plante ; en automne, des bourgeons adventifs poussent tout autour du bourgeon terminal détruit ; mais ce développement est trop tardif pour permettre à la racine de grossir, d'autant qu'il se fait aux dépens des réserves qui y sont accumulées.

Au moment de l'arrachage, les Betteraves, sauf la destruction du bourgeon terminal, ne présentent souvent pas de lésions bien visibles ; mais le mycélium du Champignon existe dans leurs tissus et se développe dans les silos ; on voit alors apparaître de grandes taches déprimées, d'un brun livide, qui se couvrent d'une multitude de points noirs ; ce sont des pycnides analogues à celles qu'on rencontre sur les pétioles ou

(1) Le *Peronospora Schachtii* produit aussi une pourriture des jeunes feuilles du cœur de la Betterave ; on le reconnait facilement à la teinte jaune des organes atteints, à leur consistance fragile et au revêtement violacé qui les recouvre.

Planche LX

Sphériales.



Sphærella tabifica. — 1, une pycnide laissant échapper les stylospores agglutinées en un fil (vue en coupe tangentielle du pétiole). — 2, coupe transversale d'une pycnide sur racine de Betterave. — 3, stylospores. — 4, asque. — 5, ascospores. — 6, germination des stylospores dans l'eau par production de vésicules successives. — 7, germination de stylospores *Sp.* dans l'eau par production de filaments. — 8, germination de stylospores *Sp.* dans un milieu nutritif.

(Fig. 2, 3, 6, 7 et 8, d'après Griffon et Maublanc.)

sur les taches du limbe. Les Betteraves ainsi atteintes sont inutilisables, et la pourriture peut se répandre aux racines voisines.

La pourriture du cœur est causée par un Champignon dont le mycélium hyalin existe dans tous les organes atteints. Les pycnides (*Phoma tabifica* Prill. et Del., *P. Betae* Frank) sont globuleuses ou un peu aplaties ; les stylospores s'échappent par le pore terminal en un long filament blanchâtre, gélatineux ; ces spores sont largement ovoïdes et portées par des stérigmates très courts, à peine visibles.

Les périthèces ont été trouvés à l'arrière-saison sur les pétioles morts. Ils ont le même aspect que les pycnides et renferment des asques en massue dépourvus de paraphyses. Les ascospores sont divisées par une cloison en deux loges un peu inégales, l'inférieure plus étroite et plus amincie à son extrémité.

Le *Phoma tabifica* se cultive facilement sur les milieux artificiels qu'il couvre d'un feutrage blanc, puis brun, assez épais ; bientôt se différencient des pycnides entièrement semblables à celles qui naissent sur les feuilles et les racines de Betterave. Les spores germent rapidement dans l'eau ; elles se gonflent et émettent un bourgeon latéral de même dimension que la spore ; le même phénomène se reproduit plusieurs fois, aboutissant à une chaîne d'articles elliptiques soudés les uns aux autres ; rarement on observe dans l'eau une germination par filament, alors que c'est là le mode normal de développement dans les milieux nutritifs (Griffon et Maublanc).

En temps ordinaire, la pourriture du cœur reste localisée sur certaines terres à sous-sol compact, sans air et caractérisées surtout par la prédominance des éléments fins ; ce sont des « terres battantes », qui pendant l'été se tassent fortement et où les Betteraves souffrent du manque d'eau. La croissance est arrêtée, la plante se trouve alors dans les conditions nécessaires à l'infection ; elle est en état de réceptivité. Dans les années humides, la maladie reste localisée sur ces terres et n'y cause pas de bien grands dégâts ; mais, si l'été est sec, les conditions nécessaires au développement de la pourriture se trouvent réalisées au maximum ; la récolte peut

être détruite, et le mal rayonne tout autour de ces terres compactes, sans produire, il est vrai, d'aussi grands dégâts sur les sols généralement indemnes.

Cette influence de la sécheresse est très nette et au premier abord paraît en contradiction avec ce qu'on sait du développement des maladies cryptogamiques ; elle ne peut s'expliquer que par l'état de souffrance des Betteraves, condition nécessaire à l'infection ; une très légère pluie, insuffisante pour imbiber le sol, peut permettre la germination des spores (Merle).

En somme, la pourriture du cœur de la Betterave présente dans son mode de développement d'assez grandes analogies avec le Black-rot de la Vigne ; comme lui, elle procède par foyers et invasions (Merle).

Traitement. — 1° Éviter de porter au fumier ou d'enfouir dans le sol les fanes de Betteraves ; le mieux est de les réunir sur le sol après l'arrachage et de les brûler ;

2° Labourer très profondément avant l'hiver pour permettre au sol d'absorber une grande réserve d'eau ;

3° Pratiquer une longue alternance de cultures (quatre ans au moins) ;

4° Les essais d'engrais n'ont pas donné jusqu'ici des indications bien nettes ; cependant il semble que les engrais potassiques favorisent la résistance des Betteraves.

Sphærella pinodes (Berk. et Blox.) Niessl. (p. LXI, fig. 1-5). — Ce Champignon est parasite sous sa forme pycnide (*Ascochyta Pisi* Lib.) et attaque les feuilles, les tiges et surtout les gousses du Pois cultivé et de quelques autres Légumineuses (Vesces, etc.) ; la maladie est souvent appelée *Anthracnose du Pois* à cause de son analogie avec l'anthracnose du Haricot (*Colletotrichum Lindemuthianum*).

Les gousses malades présentent des taches arrondies ou elliptiques, jaunâtres, entourées d'une bordure saillante plus foncée, et sur lesquelles apparaissent de petites pustules fauve pâle, correspondant aux pycnides. En général, l'altération des tissus est moins profonde que dans le cas du *Colletotrichum Lindemuthianum* et ne pénètre pas jusqu'aux grains. Les pycnides sont arrondies, enfoncées dans les tissus et munies

d'un pore légèrement saillant, par lequel les stylospores s'échappent agglutinées en un long fil jaunâtre ou rosé. Ces spores sont cylindriques, droites ou un peu courbées, hyalines et munies d'une cloison transversale au niveau de laquelle elles sont légèrement étranglées. Elles germent par filament.

Les périthèces se développent plus tardivement, en saprophytes sur les gousses et les tiges mortes ; ils sont très petits, un peu saillants à l'extérieur et renferment des asques cylindriques ou en massue allongée, dépourvus de paraphyses ; les ascospores sont elliptiques, hyalines, divisées en deux cellules par une cloison au niveau de laquelle elles sont un peu rétrécies. Elles germent par filament.

Des expériences d'infection à partir des ascospores ont reproduit les pycnides et établi le lien qui unit les deux formes (Stone).

Traitement. — Les sels cupriques agissent sur la germination des spores ; mais leur emploi est peu pratique.

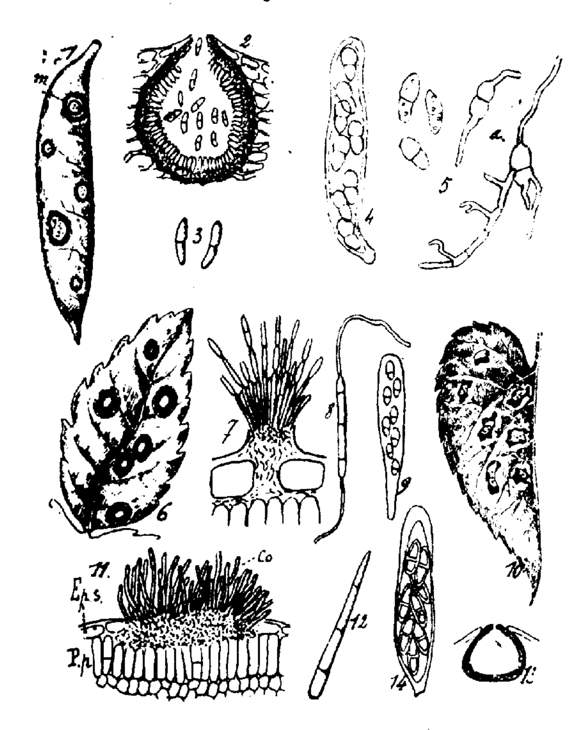
Sphærella Fragariæ (Tul.) Sacc. (pl. LXI. fig. 6-9). — Ce Champignon, très commun sur les feuilles des Fraisiers, produit de petites taches arrondies, d'un brun pourpre au début ; puis le centre se dessèche, pâlit et prend une teinte blanche.

En été et en automne, les fructifications conidiennes (*Ramularia Tulasnei* Sacc.) forment de petits points blancs peu visibles sur la partie blanche des taches. Elles sont constituées par des bouquets de filaments incolores qui sortent au dehors en déchirant l'épiderme et se terminent par de courtes chaînes de spores ; ces conidies sont hyalines, cylindriques et prennent souvent à leur maturité une ou plusieurs cloisons transversales ; elles germent par un filament.

Sur des taches analogues, on a rencontré d'autres formes de fructifications ; c'est ainsi qu'on trouve souvent des pycnides appartenant à plusieurs types, les unes à petites spores simples, les autres à stylospores cloisonnées ; mais la preuve expérimentale du rattachement de ces organes au *Sphærella Fragariæ* n'a pas encore été faite. Quant au *Septoria Fragariæ* Sacc., pycnide à spores filiformes, il ne paraît pas entrer dans le cycle de développement du *Sphærella*. Tulasne

PLANCHE LXI

Sphériales.



Sphærella pinodes. — 1, gousse de Pois portant les taches fructifiées (pycnides) du parasite. — 2, coupe d'une pycnide. — 3, stylospores. — 4, asque (d'après Stone). — 5, ascospores, en germination en *a* (d'après Stone).

Sphærella Fragariæ. — 6, une foliole de Fraisier attaquée par la forme conidienne. — 7, coupe dans une tache présentant la forme conidienne. — 8, une conidie en germination. — 9, asque.

Sphærella Mori. — 10, une feuille de Mûrier attaquée. — 11, la forme conidienne : *P. p.*, parenchyme en palissade ; *Ep. s.*, épiderme supérieur ; *Co.*, conidies. — 12, une conidie. — 13, coupe schématique d'un périthèce. — 14, asque.

a signalé aussi sur les taches au printemps une forme conidienne brune à filaments agrégés (*Graphiothecium phyllogenum* Sacc.), qui n'est très probablement qu'un saprophyte étranger.

Les périthèces se forment en hiver sur les feuilles desséchées et sont mûrs au printemps. Ils naissent à l'intérieur des tissus, puis déchirent l'épiderme et font saillie sous forme de petits points noirs en cercle sur les taches. Les asques sont sessiles, les ascospores ovoïdes, munies d'une cloison qui les divise en deux cellules inégales. L'infection à partir des ascospores a reproduit la forme conidienne (Voglino).

Des spermogonies à petites spores peuvent accompagner les périthèces (Scribner).

Cette maladie, peu grave en général, prend parfois une grande extension, détruit les feuilles et arrête le développement des fruits ; elle peut même tuer la plante.

Traitement. — 1° Détruire les feuilles malades ; pour faciliter cette opération, on a conseillé d'arroser les plants à l'automne avec une solution de sulfate de fer à 8 p. 100 ou d'acide sulfurique à 2 p. 100 ;

2° Les pulvérisations à la bouillie bordelaise sont efficaces ; il faut les effectuer au premier printemps avant la floraison, puis à l'automne ;

3° Les essais faits en Amérique avec une solution faible (0,50 à 0,75 p. 100) de sulfure de potassium ont également donné de bons résultats (Arthur).

Sphærella Mori Fuck. (*S. morifolia* Passer.) (pl. LXI, fig. 10-14). — Cette espèce produit sur les feuilles du Mûrier des taches d'un brun pâle, irrégulières et limitées par une étroite bordure plus foncée. Ces taches, qui apparaissent au printemps, donnent naissance à leur face supérieure à de petites pustules brunes ; ce sont les fructifications conidiennes [*Phæospora Mori* (Lév.) Sacc., *Cylindrosporium Mori* Berl.]. Les stromas étalés qui les constituent naissent sous l'épiderme, le rompent, et se couvrent à leur face externe de stérigmates cylindriques ; les conidies sont allongées, un peu amincies au sommet et divisées par trois cloisons transversales.

Les périthèces se forment à la face inférieure des feuilles

tombées et ne sont mûrs qu'après l'hiver ; les asques sont larges, un peu renflés à la base ; les ascospores oblongues, uniseptées.

Cette maladie sévit surtout dans les régions humides et cause quelques dégâts ; les feuilles malades ne sont cependant pas impropres à la nourriture des vers à soie, qui ne mangent pas les taches.

Sphærella maculiformis (Pers.) Auersw. — Ce Champignon, souvent saprophyte, peut attaquer divers arbres, surtout les Châtaigniers, dans certaines conditions d'humidité ; il provoque la chute prématurée des feuilles, qui apparaissent couvertes de nombreuses petites taches anguleuses et brunes. Le Champignon fructifie sous plusieurs formes (Berlese) à la face supérieure des feuilles, d'abord une forme conidifère [*Cylindrosporium castaneicolum* (Desm.) Berl.], ressemblant à celle du *Sphærella Mori*, puis des spermogonies à très petites spores bacillaires (*Phyllosticta maculiformis* Sacc.). Les périthèces se rencontrent sur les feuilles tombées.

Sphærella sentina Fuckel (p. LXII, fig. 1-4). — Sous sa forme pycnide (*Septoria piricola* Desm.), cette espèce est commune sur les feuilles du Poirier, où sa présence est décelée par de petites taches grises ou blanches, rondes ou anguleuses, entourées d'une auréole d'un brun foncé. Les pycnides se forment surtout à la face supérieure et apparaissent comme de petits points noirs ; elles contiennent des stylospores allongées, plus ou moins courbées en arc et pourvues de deux cloisons.

Klebahn a montré que ces pycnides appartenaient à une Sphériacée, *Sphærella sentina*, dont les périthèces se forment à la face inférieure des feuilles pendant l'hiver ; ils sont arrondis, enfoncés dans les tissus ; les ascospores sont fusiformes, droites ou un peu courbes. En germant sur les feuilles de Poirier, elles reproduisent les taches caractéristiques de la maladie.

Les dégâts causés par cette espèce ne sont pas bien graves et se réduisent à la perte de quelques feuilles.

Traitement. — Les bouillies cupriques s'opposent à la germination des spores et à l'infection.

Signalons seulement les espèces suivantes, moins importantes :

Sphærella brassicicola Ces. et de Not., qui produit des taches grisâtres sur les feuilles des Choux ;

Sphærella allicina Auersw., sur l'Ail et l'Oignon ;

Sphærella Ulmi Klebahn, sur les feuilles des Ormes ; la forme conidienne ressemble à celle du *S. Mori* ;

Sphærella citrullina O. S. Smith, dont les pycnides (*Ascochyta citrullina*) attaquent les Cucurbitacées.

Rathay a signalé le parasitisme d'une espèce du même genre sur les raisins (*Sphærella Rathayi* Nypels).

Genre **Stigmatea** Fr.

Ce genre est très voisin de *Sphærella*, dont il ne diffère que par ses asques accompagnés de quelques paraphyses et ses périthèces naissant superficiellement.

Stigmatea Mespili Sorauer (pl. LXII, fig. 5). — Cette espèce attaque au printemps les feuilles du Poirier, du Néflier et du Coignassier ; elle les couvre de petites taches rouges d'abord, puis brunes, qui, dans les cas graves, se réunissent et amènent la dessiccation et la chute des feuilles. Les jeunes rameaux sont parfois aussi atteints. A la face supérieure des taches apparaissent des pycnides noires, très aplaties, dont le fond porte des spores à l'extrémité de stérigmates allongés. Ces spores (*Entomosporium maculatum* Lév.) sont très caractéristiques ; elles sont formées de deux ou trois cellules placées les unes à la suite des autres, la terminale prolongée en un cil filiforme ; latéralement, deux autres cellules plus petites portent également un cil.

Les périthèces ont été découverts par Sorauer sur les feuilles tombées et sont mûrs au printemps. Les asques renferment des spores formées de deux cellules inégales.

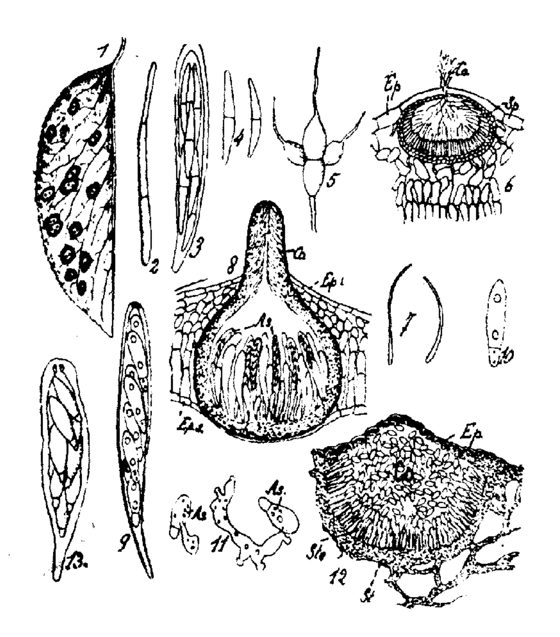
On ne connaît pas le traitement de cette maladie.

Genre **Gnomonia** Ces et de Not.

Les périthèces des *Gnomonia* sont enfoncés dans l'intérieur des tissus de la plante-support, et prolongés à leur

Planche LXII

Sphériales.



Sphærella sentina. — 1, feuille de Poirier portant des taches fructifiées (pycnides). — 2, une stylospore. — 3, un asque. — 4, ascospores. (Fig. 3, 4, d'après Klebahn).

Stigmatea Mespili. — 5, une conidie.

Gnomonia erythrostoma. — 6, coupe d'une spermogonie *Sp.*; ***Co.***, conidies ; ***Ep.***, épiderme. — 7, deux spermaties. — 8, coupe d'un périthèce : ***Ep. i.***, épiderme inférieur de la feuille ; ***Ep. s.***, épiderme supérieur ; *Co.*, col ; *As.*, asque. — 9, asque. — 10, ascospore. — 11, ascospores *As.* en germination. (Fig. 6 à 9 et 11, d'après Frank ; fig. 10, d'après Saccardo).

Gnomonia veneta. — 12, la forme conidienne : *Ep.*, épiderme ; *St.*, stroma mycélien ; ***Stg.***, stérigmates ; *Co.*, conidies (d'après Prillieux). — 13, un asque (d'après Klebahn).

partie supérieure en un long col faisant saillie au dehors. Les asques sont dépourvus de paraphyses, les ascospores divisées en deux cellules généralement inégales, l'inférieure plus petite.

Gnomonia erythrostoma (Pers.) Auersw. (pl. LXII, fig. 6-11). — La maladie produite par ce Champignon sévit sur les Cerisiers et n'est pas rare certaines années en France ; elle a fait l'objet d'études complètes de la part de Frank.

En été, les feuilles se couvrent de grandes taches jaunâtres qui s'étendent, brunissent et se dessèchent ; le limbe se contourne, le pétiole se replie et s'abaisse, sans se détacher du rameau auquel les feuilles sèches restent adhérentes pendant tout l'hiver.

Les fruits sont aussi envahis : selon l'époque de leur infection, ils se dessèchent ou bien présentent des déformations qui les rendent invendables.

Pendant l'été, le *Gnomonia* forme des spermogonies (*Septoria pallens* Sacc.), petits conceptables bruns, arrondis, apparaissant comme de très petits points noirs à la surface des feuilles desséchées ; les spermaties sont filiformes et ne germent pas.

Les périthèces se forment dès l'automne, mais ne sont mûrs qu'au printemps suivant. Ils sont globuleux, complètement enfoncés dans les tissus de la feuille ; leur col, coloré en rouge brunâtre, fait saillie à la face inférieure et est seul visible au dehors. Les asques sont allongés, atténués à la base ; les ascospores, ovoïdes et un peu renflées au sommet, sont divisées en deux cellules par une cloison située près de la base ; la cellule supérieure contient deux gouttelettes. Les asques portent au sommet un épaississement analogue à celui qu'on voit chez les *Rosellinia*, mais moins développé.

Au moment de leur maturité, les asques se gonflent, s'allongent et successivement viennent s'engager dans le col du périthèce, où ils lancent brusquement leur huit spores (Frank). Tombant sur une feuille de Cerisier, l'ascospore germe ; elle émet un filament trapu qui reste court, s'applique en se dilatant sur l'épiderme, puis pousse un tube fin à tra-

vers la cuticule. Dans l'intérieur de la feuille, le filament reprend un diamètre plus considérable et se répand entre les cellules.

Cette maladie cause parfois des dommages assez importants en détruisant le feuillage et en rendant les fruits inutilisables.

Traitement. — Il consiste à enlever et à brûler les feuilles desséchées qui persistent sur les arbres pendant l'hiver.

Gnomonia veneta (Sacc. et Speg.) Kleb. (pl. LXII, fig. 12-13). — Sous sa forme conidienne [*Glœosporium Platani* (Mont.) Oud., *G. nerviseqvum* (Fuck.) Sacc.], ce Champignon est très commun sur les feuilles des Platanes ; au printemps apparaissent des taches fauves, desséchées, irrégulières, qui suivent les nervures principales : très souvent elles s'étendent au pétiole et produisent la chute de la feuille. Mais les dégâts ne se bornent pas à cette attaque des feuilles, et, surtout dans les printemps froids et humides, le Champignon envahit les rameaux et même les grosses branches (Beauverie) ; le mal part alors presque toujours de l'extrémité des rameaux taillés l'année précédente, gagne les rameaux plus âgés et peut atteindre le tronc. Il forme des taches brunes pénétrant jusqu'au bois et amenant la mort de la branche dès qu'elles en ont fait le tour.

La maladie a pris dans ces dernières années un caractère de gravité qu'elle n'avait pas auparavant. Dans les pépinières, les dégâts peuvent être considérables.

Les fructifications s'établissent sur les feuilles le long des nervures et sur les taches brunes des rameaux ; elles forment de petites pustules de coloration foncée et sont constituées par un stroma couvert de conidies et protégé dans le jeune âge par l'épiderme ; une fente longitudinale met les spores en liberté. On trouve d'ailleurs toutes les transitions entre des stromas largement ouverts, simplement concaves, et des pycnides fermées ; ces dernières sont toutefois plus rares. Les conidies sont ovales ou piriformes, hyalines, et germent par un filament.

Les périthèces sont mûrs au printemps ; les ascospores sont presque piriformes et munies d'une cloison tout près de leur

base. Klebahn a pu reproduire la maladie en partant des ascospores aussi bien que des conidies.

Les cultures artificielles du *Gnomonia veneta*, faites pour la première fois par Klebahn, ont reproduit la forme conidienne. Viala et Pacottet sont arrivés au même résultat et, outre les pycnides, ont décrit des kystes bruns contenant des spores internes et une forme levure ; mais Guillermond a montré que ces levures ne rentraient pas dans le cycle de développement du *Gnomonia*.

Traitement. — 1° L'élagage a donné de bons résultats (Leclerc du Sablon) ; on le pratique pendant l'hiver en enlevant tous les jeunes rameaux ;

2° Dans les pépinières, il faut obturer toutes les plaies de taille après les avoir badigeonnées avec la solution de Skawinski (Beauverie) ;

3° Enfin les boutures devront être choisies sur des arbres absolument sains.

Gnomonia leptostyla (Fr.) Ces. et de Not. (pl. LXIII, fig. 1-5). — Cette espèce attaque les feuilles, les jeunes rameaux et les fruits du Noyer. Sur les feuilles, elle forme des taches d'un gris roux ou fauves, à la face supérieure desquelles on voit de petits points noirs, les fructifications conidiennes. Des taches semblables apparaissent sur les fruits : souvent elles les déforment et, quand l'infection est précoce, ne leur permettent pas d'arriver à leur complet développement.

Les fructifications conidiennes [*Marssonia Juglandis* (Lib.) Sacc.] sont constituées par des stromas aplatis, sous-épidermiques, produisant abondamment à leur surface des conidies dont la pression soulève, puis déchire l'épiderme. Ces conidies sont incolores, incurvées en croissant, un peu atténuées à la base et terminées au sommet par un bec recourbé ; elles germent facilement par filament.

Parfois on rencontre sur des stromas semblables ou même mélangées avec les conidies de fines spermaties bacillaires, qu'on n'a pu faire germer (*Leptothyrium Juglandis* Rab.).

Quelques auteurs avaient rattaché cette forme conidienne au *Gnomonia leptostyla ;* Klebahn a démontré l'exactitude de cette assimilation. Les périthèces sont très analogues à ceux

des espèces précédentes et surmontés d'un très long col ; les ascospores sont fusiformes et cloisonnées en leur milieu.

Les infections réussissent avec les ascospores et les conidies.

Klebahn a réussi à cultiver le Champignon en milieu artificiel ; le mycélium reproduit les deux formes de conidies et même des périthèces munis de leur col caractéristique, mais qui n'ont pu être suivis jusqu'à maturité des ascospores.

On ne connaît pas de traitement pratique de cette maladie.

Genre **Venturia** Ces. et de Not.

Dans ce genre, les périthèces, arrondis et plus ou moins enfoncés dans les tissus, portent à leur sommet autour du pore quelques soies raides, cloisonnées et colorées en brun : les asques ne sont pas accompagnées de paraphyses ; les ascospores, souvent jaunâtres à maturité, sont divisées en deux par une cloison transversale.

On rattache à ce genre, quoique la preuve expérimentale n'en ait pas encore été faite, des Champignons parasites qui causent sur les arbres fruitiers les graves maladies connues sous le nom de *tavelures*. Le mycélium, au moins dans les feuilles, ne s'enfonce pas dans l'intérieur des tissus et reste localisé sous la cuticule ; il émet des stérigmates dressés qui portent à leur sommet des conidies brunes, ovoïdes ou un peu piriformes, souvent cloisonnées à maturité (forme *Fusicladium*).

Venturia pirina Aderhold (p. LXIII, fig. 6-15). — La tavelure du Poirier se développe à la fois sur les feuilles, les rameaux et les fruits.

Sur les feuilles, on voit de petites taches arrondies, d'un brun olivâtre, localisées à la face inférieure. Le mycélium du Champignon est formé de filaments isolés, rameux, de diamètre irrégulier, qui rampent sous la cuticule sans jamais pénétrer plus profondément dans le tissu et en suivant le contour des cellules ; les cellules epidermiques sont brunies et tuées. Les conidiophores [*Fusicladium pirinum* (Lib.) Fuck.] apparaissent au sommet de rameaux courts disposés en éventail ; ils se dressent perpendiculairement à la surface du limbe et sortent par petits groupes. Ils sont colorés en brun olivâtre,

un peu noueux et portent, à leur sommet de petits points saillants, qui sont les cicatrices laissées par la chute des conidies. Celles-ci naissent comme de petits bourgeons arrondis, hyalins, qui en grossissant s'allongent, deviennent piriformes et se colorent ; la conidie mûre se détache, parfois se cloisonne et est capable de germer en produisant un filament.

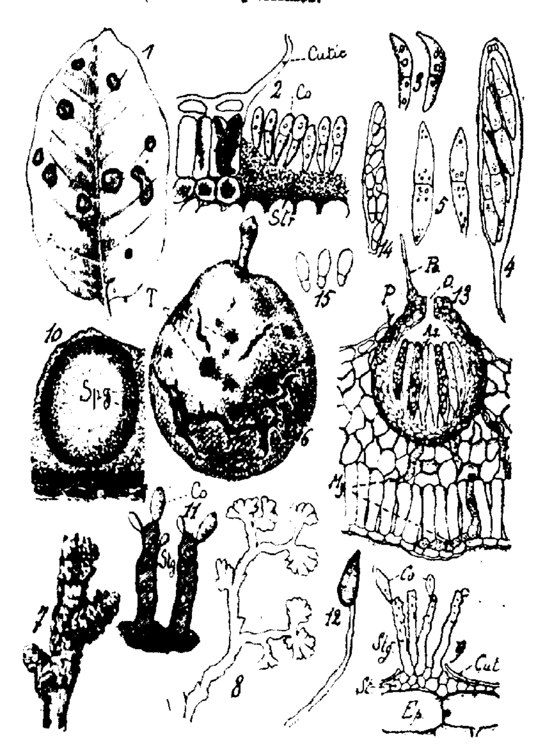
Sur les rameaux, la maladie est bien plus grave et se présente sous un aspect tout différent. Au début, le mycélium est sous-cuticulaire comme dans la feuille ; mais, tout en s'étendant en surface, il pénètre bientôt l'écorce en s'insinuant entre les cellules qu'il ne traverse pas ; il forme des amas, des lames stromatiques dans les méats et entre les cellules de l'écorce. Le rameau réagit en différenciant des lames de liège de plus en plus profondes et de plus en plus étendues, barrières que le mycélium déborde dans son développement. Le mycélium arrive ainsi à faire souvent le tour du rameau et à le tuer. Les branchettes attaquées se reconnaissent facilement : les tissus extérieurs aux couches de liège se dessèchent, meurent, diminuent de volume et se fendillent ; aussi la surface tavelée est-elle irrégulière, crevassée et a-t-elle tendance à se détacher en écailles. Dans toute la partie tuée, le mycélium forme des stromas parfois assez volumineux, mamelonnés, qui produisent des conidiophores analogues à ceux des feuilles. Plus rarement, on voit des spermogonies à petites spores creusées dans les stromas.

Sur les fruits, où le mycélium devient rapidement profond, les altérations rappellent celles des tiges ; les poires attaquées pendant leur développement sur l'arbre portent des taches brunes qui se dessèchent, tandis que le fruit continue à grossir ; cet arrêt de croissance détermine la formation de profondes crevasses qui rendent les fruits inutilisables. L'attaque peut être plus tardive et le Champignon envahir des poires ayant atteint leur développement, sur l'arbre ou au fruitier ; dans ce cas, les dégâts sont moins graves et se limitent à des petites taches analogues à celles des feuilles ; les fruits sont cependant fortement dépréciés.

La forme parfaite à laquelle on rattache les conidies, le *Venturia pirina* Aderhold, se montre au printemps sur les

Planche LXIII

Sphériales.



Gnomonia leptostyla. — 1, feuille de Noyer couverte des taches du parasite. — 2, coupe transversale d'une feuille montrant la fructification conidienne reposant sur le stroma *Str.*; *Cutic.*, cuticule de la face supérieure. — 3, deux conidies. — 4, asque. — 5, ascospores. (Fig. 4 et 5, d'après Klebahn).

Venturia pirina. — 6, poire présentant les crevasses de la tavelure ; *T.*, taches fructifiées. — 7, extrémité d'un rameau tavelé. — 8, le mycélium jeune vu en coupe tangentielle (d'après Ducomet). — 9, coupe d'une feuille dans une tache fructifiée : *Cut.*, cuticule ; *Ep.* épiderme inférieur ; *St.*, stroma sous-cuticulaire ; *Stg.*, stérigmate ; *Co.*, conidies. — 10, deux stérigmates isolés. — 12, une conidie en germination. — 13, coupe d'un périthèce *P.* ; *My.*, mycélium ; *O.*, ostiole ; *Po.*, poil. — 14, un asque (d'après Aderhold). — 15, ascospores (d'après Aderhold).

feuilles mortes ; les périthèces, dont l'ostiole est entourée d'un petit nombre de poils bruns, s'ouvrent à la face inférieure de la feuille ; les ascospores sont jaunâtres et munies d'une cloison transversale vers leur base.

Le Champignon n'a d'ailleurs pas besoin de périthèces pour se propager d'une année à l'autre ; le mycélium est vivace dans les rameaux sur lesquels il fructifie au printemps.

La tavelure du Poirier est influencée très nettement par l'humidité ; la présence sur les feuilles de gouttes d'eau paraît nécessaire à la germination des spores. La maladie est plus fréquente et plus grave dans les sols humides ; les arbres en espalier, surtout ceux qui sont exposés à l'est, sont moins atteints que les arbres en plein vent. Enfin les diverses variétés ont une sensibilité très inégale à la tavelure ; certaines, et en particulier le Doyenné d'hiver, sont tellement atteintes dans les sols humides que la culture n'en est plus possible.

Traitement. — 1° Au moment de la taille, enlever tous les rameaux tavelés dans lesquels le mycélium peut se conserver pendant l'hiver ;

2° Après la taille, badigeonner les arbres malades avec une bouillie bordelaise forte (8 p. 100 de sulfate de cuivre) ou avec une solution à 15 p. 100 de sulfate de fer ;

3° Pendant le cours de la végétation, des pulvérisations devront être faites avec une bouillie bordelaise faible (1,5 p. 100 de sulfate de cuivre) et neutre au papier de tournesol ; plusieurs traitements doivent être pratiqués, le plus important aussitôt après la floraison ;

4° L'ensachement des fruits jeunes les préservera de la tavelure, mais ce procédé ne peut être employé que pour les fruits de luxe.

Venturia inæqualis (Cooke) Aderh. (pl. LXIV, fig. 1-6). — Quoique voisine de la précédente, cette espèce, qui produit la tavelure du pommier, s'en distingue par des caractères très nets. C'est sous sa forme conidienne [*Fusicladium dentriticum* (Wallr.) Fuck.] qu'elle est parasite.

Sur les feuilles, les taches apparaissent surtout à la face supérieure : elles sont noires, couvertes d'un velouté verdâtre à maturité des conidies et se montrent à la loupe formées de

petites fibres ramifiées, rayonnant autour du centre. Le mycélium est exclusivement sous-cuticulaire, comme celui de la tavelure du Poirier ; les filaments qui le constituent ont tendance à se grouper en faisceaux rameux, qui donnent aux taches leur aspect caractéristique ; latéralement, ils émettent de courtes ramifications irrégulièrement étalées en éventail à la surface des cellules. Les conidiophores naissent le plus souvent sur le trajet des filaments et se dressent perpendiculairement à la surface de la feuille ; ils sont courts, unicellulaires et se terminent par une conidie piriforme, brune, qui prend tardivement une cloison transversale. Les conidies germent par filament. Les lésions sont limitées au brunissement de l'épiderme et à l'allongement des cellules du tissu en palissade, qui fréquemment se cloisonnent.

Sur les fruits, la tavelure provoque des taches noires, desséchées, qui ne prennent pas une grande extension et n'entravent pas la maturité du fruit. Cependant, quand l'attaque est précoce, le mal est plus grand, la jeune Pomme se dessèche en partie, se déforme, mûrit mal quand elle ne tombe pas. Le mycélium se comporte de la même façon que dans les poires.

L'attaque des rameaux est beaucoup plus rare que sur le Poirier (Aderhold, Sorauer, Ducomet, etc.); elle se fait d'ailleurs de la même manière, mais les taches ne prennent pas d'extension et restent limitées à de petites pustules proéminentes qui brunissent et s'éliminent.

Les périthèces se forment dans les mêmes conditions que ceux de la tavelure du Poirier ; les ascospores sont divisées en deux cellules, l'inférieure presque cylindrique, la supérieure plus large et un peu conique.

La tavelure du Pommier ne cause pas de dégâts aussi grands que celle du Poirier ; seule l'attaque des jeunes fruits peut compromettre la récolte. Le traitement est d'ailleurs le même pour les deux maladies.

Venturia Cerasi Aderhold. — La tavelure du Cerisier est moins importante que les deux précédentes ; le Champignon n'attaque généralement que les fruits mûrs qu'il couvre de petites taches d'un noir verdâtre. Cependant quelquefois il se

développe sur les jeunes cerises et les fait sécher sur l'arbre (A. Braun). Enfin, d'après Aderhold, les feuilles peuvent aussi être atteintes.

Le mycélium, uniquement sous-cuticulaire, même dans les fruits, produit des conidiophores [*Fusicladium Cerasi* (Rabenh.). Sacc.] courts, cylindriques, cloisonnés à la base, portant à leur extrémité successivement plusieurs conidies fusiformes.

La forme parfaite, signalée par Aderhold sur les feuilles sèches, ressemble à celle du *Venturia pirina.*

D'autres espèces parasites voisines des précédentes se rattachent certainement au genre *Venturia*, mais jusqu'à ce jour ne sont connues que sous leur forme conidienne (*Fusicladium*). Telles sont les suivantes :

Fusicladium Pruni Ducomet qui attaque les prunes et semble très voisin de la forme imparfaite de *Venturia Cerasi* ;

Fusicladium Amygdali Ducomet qui envahit les feuilles et les rameaux de l'Amandier, surtout au voisinage des yeux, et y produit des taches olivâtres.

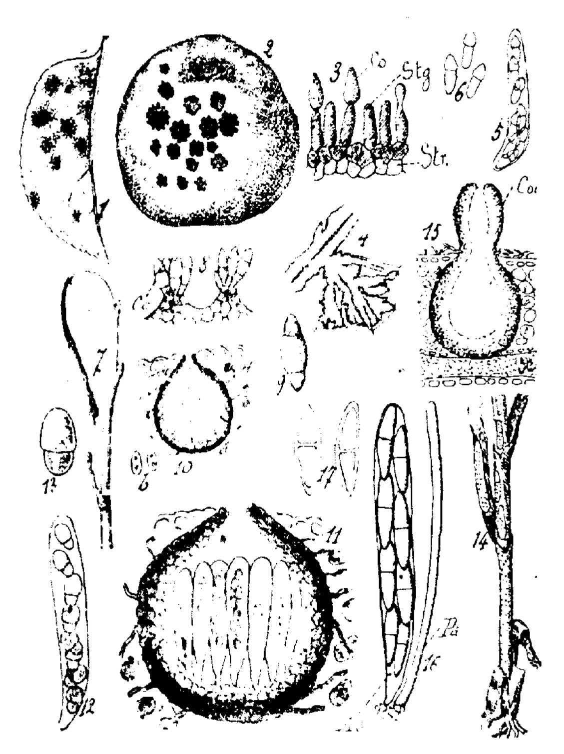
Enfin d'autres *Venturia* sont parasites, sous leur forme conidienne, des feuilles de divers arbres forestiers ; c'est le cas de *Venturia Fraxini* Aderh., sur Frêne (la conidie constitue le *Fusicladium Fraxini* Aderh.) et de *Venturia Tremulæ* Aderh. Cette dernière espèce attaque au printemps les feuilles des jeunes pousses des Peupliers et y produit des taches brunes couvertes à la face supérieure d'un velouté olivâtre ; le mycélium forme dans la cuticule une couche stromatique qui fructifie en conidies fusiformes, cloisonnées, nés par petites touffes sur des stérigmates très courts. Cette forme (*Fusicladium Tremulæ* Fries. *Napicladium Tremulæ* Sacc.) (pl. LXIV fig. 8-9) a été souvent attribuée par erreur à *Didymosphæria populina.*

Genre **Didymosphæria** Fuck.

Ce genre est caractérisé par ses périthèces simples, enfoncés dans les tissus, par ses asques accompagnés de paraphyses grêles et par ses ascospores bicellulaires, brunes à maturité.

Planche LXIV

Sphériales.



Venturia inæqualis. — 1, feuille de Pommier portant les taches du parasite (face supérieure). — 2, une pomme tavelée. — 3, fructification conidienne : *Str.*, stroma ; *Stg.*, stérigmates ; *Co.*, conidies. — 4, portion du mycélium sous-cuticulaire (d'après Ducomet). — 5, asque (d'après Aderhold). — 6, ascospores (d'après Aderhold).

Venturia Tremulæ. — 8, forme conidienne. — 9, conidie.

Didymosphæria populina. — 7, extrémité d'un rameau de Peuplier attaqué par le parasite. — 10, *a.*, une pycnide ; *b.* stylospores. — 11, un périthèce. — 12, asque. — 13, ascospore.

Gibellina cerealis. — 14, portion de chaume de Blé portant les taches du Champignon. — 15, coupe d'un périthèce muni de son col *Co.* — 16, un asque *As.* et une paraphyse *Pa.* — 17, deux ascospores.

Didymosphæria populina Vuillemin (pl. LXIV, fig. 7, 10-13). — Cette espèce, assez fréquente en France, attaque les Peupliers et surtout le Peuplier pyramidal.

Vers la fin de mai, l'extrémité des pousses se courbe en crosse, brunit, puis se dessèche ; quoiqu'elles soient remplacées par le développement de bourgeons latéraux, l'arbre souffre, languit et, si la maladie se reproduit plusieurs années de suite, se dessèche peu à peu à partir de la cime. Le mycélium fructifie sur les rameaux ; pendant l'été, il produit des petites pycnides rondes, qui déchirent l'épiderme et émettent des stylospores incolores et elliptiques

En automne, les périthèces se différencient, mais ils ne sont mûrs qu'au printemps ; ils sont globuleux, plus gros que les pycnides, complètement enfoncés dans l'écorce ; les paraphyses se gélifient très rapidement ; les asques sont cylindriques ; les ascospores, brunes à maturité, sont formées de deux cellules très inégales, la supérieure plus grosse et plus arrondie que l'inférieure.

On ne connait pas de traitement pratique de cette maladie ; la récolte et la destruction des rameaux tués sont le plus souvent impraticables.

Genre **Gibellina** Pass.

Dans ce genre, les périthèces, enfoncés dans les tissus et munis d'un col saillant, sont réunis sur un stroma lâche ; les asques sont accompagnés de paraphyses, les ascospores fusiformes, brunes et pourvues d'une cloison transversale.

Gibellina cerealis Pass. (pl. LXIV, fig. 14-17). — Ce Champignon, observé en Italie par Passerini, puis par Cavara, a été rencontré aussi, mais rarement, dans le midi de la France. Il attaque le Blé au printemps et produit sur les feuilles et surtout sur les gaines de grandes taches allongées, couvertes d'un feutrage mycélien blanchâtre. Les pieds atteints ne fleurissent pas ou ne donnent que des épis mal développés, qui restent stériles. Le feutrage mycélien externe est en relation avec un mycélium interne qui infiltre les tissus et forme un stroma assez lâche entre la gaine et le chaume. Les péri-

thèces se montrent extérieurement sous la forme de petits points noirs ; ils naissent à l'intérieur de la gaine, sont globuleux et prolongés en un col épais, assez allongé, qui fait saillie au dehors. Les asques sont accompagnés de paraphyses continues ; les ascospores, disposées dans l'asque sur deux rangs, sont fusiformes, cloisonnées transversalement en leur milieu, d'un jaune brun à maturité. On ne connaît pas le développement ultérieur des ascospores, ni le mode par lequel se fait l'infection.

Genre **Melanconis** Tul.

Les *Melanconis* se reconnaissent à leurs périthèces réunis en petits groupes dans l'écorce des rameaux, généralement autour d'un stroma qui a d'abord porté des conidies ; les ascospores sont hyalines, bicellulaires.

Melanconis modonia Tul. [*Melanconis perniciosa* Briosi et Farn. (1)] (pl. LXV). — Les recherches faites en Italie sur la maladie de l'encre du Châtaignier par Briosi et Farneti avaient conduit ces botanistes à la regarder comme due au parasitisme d'un *Melanconis*, *M. modonia*.

Ce Champignon existe aussi en France et peut vivre en parasite sur les perches des taillis (Griffon et Maublanc) ; on le retrouve d'ailleurs partout où sévit la maladie de l'encre Limousin, Pyrénées, Bretagne, Corse, etc.).

Dans les taillis, les perches malades portent des taches déprimées, limitées par une bordure saillante, très allongées suivant l'axe de la branche ; ces taches peuvent être terminées en pointe aux deux extrémités, ou bien n'être limitées qu'à leur sommet, tandis qu'à la base elles atteignent la souche plus ou moins cariée. Quand une tache fait le tour d'un rameau, la partie supérieure se dessèche ; quand elle est moins étendue, il n'en résulte qu'un retard dans la croissance de la perche qui reste grêle ou souffreteuse.

Dans la partie tachée, l'écorce est tuée et brunie, souvent

(1) Briosi et Farneti persistent à considérer ce Champignon comme distinct du *M. modonia*, alors que l'examen des échantillons types de Tulasne confirme leur identité absolue.

craquelée ; le bois sous-jacent est également atteint et se dessèche progressivement.

Cette maladie des taillis est très apparente et les taches sont bien visibles sur l'écorce lisse des perches. Mais elle existe aussi sur les grands arbres où elle est restée longtemps inaperçue, mais j'ai pu la constater dans diverses régions (Pyrénées, Corse, etc.) ; les taches sont moins faciles à reconnaître par suite de l'épaisseur et des craquelures de l'écorce, mais cependant on peut les suivre sur les rameaux et jusque sur le tronc. En Corse notamment, j'ai rencontré sur de gros arbres tués par la maladie des taches qui paraissaient avoir débuté au collet et remontaient le tronc, s'étendant sur les branches et jusque sur les rameaux ; il est presque impossible de se rendre compte de l'existence de ces taches si l'on n'écorce pas l'arbre, mais alors il est très facile de suivre la marche de la maladie, grâce à l'empreinte laissée par l'écorce morte sur le bois qui est bruni superficiellement.

Sur toutes les taches, on rencontre les fructifications du *Melanconis modonia*, d'abord des conidies, puis des périthèces. Les conidies [*Coryneum modonium* (Tul.) Griff. et Maubl., *C. perniciosum* Br. et Farn.] forment de petites pustules qui soulèvent et déchirent l'écorce ; elles naissent sur un stroma étalé dont le centre est constitué par une partie saillante stérile limitant un espace annulaire externe où se différencient les spores à l'extrémité de filaments épais, simples ou rameux, abondamment cloisonnés. Les conidies sont de grande taille, allongées, munies de 4 à 8 cloisons transversales et d'une membrane brune très épaisse.

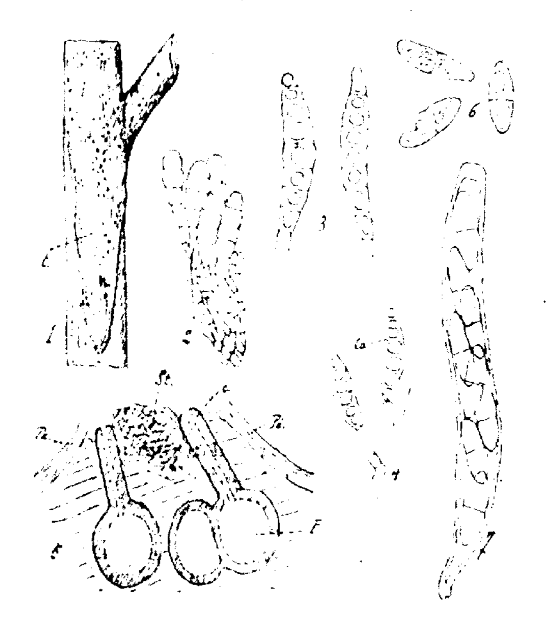
Briosi et Farneti ont également rencontré des pycnides à grosses spores hyalines (*Fusicoccum*).

Les périthèces naissent en groupes, généralement autour des anciens stromas conidifères ; ils sont arrondis, munis d'un col qui vient s'ouvrir au dehors ; les ascospores sont hyalines, bicellulaires.

Ce Champignon se cultive assez facilement sur les milieux nutritifs ; il les couvre d'un gazon qui au début présente une coloration violacée très caractéristique, puis brunit et se condense en masses sclérotiques conidifères (Griffon et Maublanc).

Planche LXV

Sphériales.



Melanconis modonia. — 1, rameau de Châtaignier portant une tache *t.* fructifiée. — 2, portion d'une fructification conidienne (*Coryneum*). — 3, conidies mûres. — 4, filament conidifère. — 5, un groupe de périthèces *P* enfoncés dans l'écorce autour d'un vieux stroma conidifère *St.* ; *c.*, col des périthèces ; *Pé.*, périderme de la tige. 6, ascospores. 7, asque (d'après Griffon et Maublanc).

Le parasitisme du *Melanconis modonia* a été établi par Briosi et Farneti qui ont fait des infections couronnées de succès, et il est certain que bien des cas de dépérissement et de mort de Châtaigniers sont dus à son action, comme nous avons pu le constater en Limousin, dans les Pyrénées et en Corse où la maladie présentait une forme aiguë et foudroyante due à des attaques au collet en rapport avec une irrigation excessive. Il s'agit d'une maladie du tronc et des branches, et très fréquemment des arbres ainsi atteints repoussent vigoureusement après recépage (Limousin).

En tous il y a lieu de distinguer nettement la maladie due au *Melanconis modonia* de la véritable maladie de l'encre avec laquelle elle a pu être confondue, mais dont la cause a été définitivement élucidée par les travaux de Pétri (V. p. 43 et suiv.).

Genre **Acanthostigma** de Not.

Les *Acanthostigma* ont des périthèces superficiels, libres et couverts de poils raides souvent localisés autour du pore ; les ascospores sont fusiformes et munies de plusieurs cloisons transversales.

Acanthostigma parasiticum (Hart.) Sacc. — Ce Champignon attaque le Sapin, plus rarement l'Épicéa ; son mycélium couvre les rameaux et les aiguilles qui se dessèchent en restant fixées à la branche. Les filaments forment à la face inférieure des feuilles des stromas bruns, assez lâches, qui corrodent l'épiderme, pénètrent à l'intérieur et tuent les cellules. Les périthèces, formés à l'extérieur des tissus, portent à leur sommet des poils bruns, raides et divergents ; les asques contiennent huit spores fusiformes, d'un gris brunâtre et divisées par trois cloisons transversales.

La maladie sévit surtout dans les massifs serrés, où elle peut gagner de proche en proche en passant d'un arbre à l'autre par simple contact d'une branche saine avec une malade.

Genre **Herpotrichia** Fuck.

Les *Herpotrichia*, très voisins des *Acanthostigma*, n'en diffèrent que par leur périthèces couverts de longs poils flexueux.

Herpotrichia nigra Hartig. — C'est un parasite des Conifères de montagne (Épicéa, Pin Mugho), qui recouvre les rameaux et les feuilles d'un revêtement mycélien brun. Les filaments entourent les aiguilles et les agglomèrent en une masse serrée autour de la tige ; ils s'introduisent dans les tissus en pénétrant par les stomates.

Les périthèces se forment dans le mycélium externe, auquel ils se relient par les longs filaments bruns qui couvrent toute leur surface. Les asques sont allongés et entourés de nombreuses paraphyses qui se gélifient de bonne heure ; les ascospores sont incolores et divisées transversalement par trois cloisons.

Cette maladie, spéciale aux régions montagneuses, sévit surtout dans les vallées et les dépressions où la neige s'accumule pendant l'hiver.

Genres **Leptosphæria** Ces. et de Not. et **Ophiobolus** Riess.

L'étude des espèces constituant ces deux genres, du moins de celles qui nous intéressent, est inséparable ; car elles produisent sur les Céréales la maladie bien connue des cultivateurs sous les noms de *piétin* ou de *maladie du pied*.

D'ailleurs, les *Leptosphæria* se reconnaissent facilement à leurs ascospores fusiformes, colorées et munies de plusieurs cloisons transversales, tandis que, chez les *Ophiobolus*, les ascospores sont filiformes et allongées parallèlement dans l'asque.

Piétin des Céréales. — Le piétin, ou maladie du pied, se manifeste par une altération du chaume au niveau du sol qu'on rencontre sur le Blé et d'autres Céréales, l'Orge et le Seigle. Les symptômes varient d'ailleurs suivant le parasite, car il s'agit d'une affection qui peut être causée par divers Champignons, parmi lesquels les plus impor-

tants sont le *Leptosphæria herpotrichioides* et l'*Ophiobolus graminis*.

Leptosphæria herpotrichioides de Notaris (pl. LXVI, fig. 12-14). — L'attaque par ce Champignon peut se produire à divers stades du développement de la Céréale ; elle débute toujours par une tache décolorée, ovale, intéressant la gaine extérieure au collet ou un peu au-dessus ; puis le mycélium gagne les gaines sous-jacentes jusqu'à la tige elle-même, en même temps qu'apparaissent de petites ponctuations, puis des plaques noires. Par son action, le mycélium désorganise les tissus, notamment les éléments de soutien.

Quand l'attaque est très précoce, les jeunes plants se développent mal et périssent ; si elle a lieu plus tardivement, les tiges affaiblies à la base versent fréquemment et se couchent dans tous les sens (dans la verse non parasitaire, tous les épis s'abattent dans le même sens sous l'action de la pluie ou du vent).

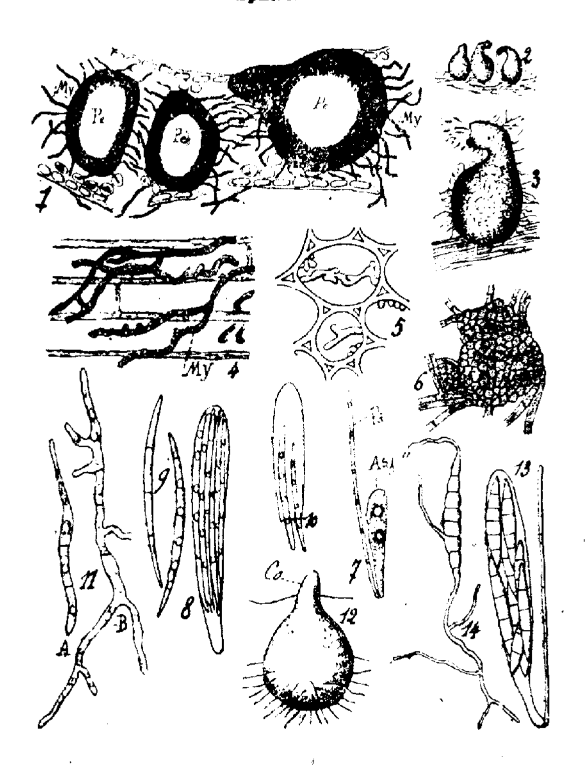
Les dégâts sont d'ailleurs très variables ; ils sont surtout graves quand la contamination est précoce ; mais souvent le développement du Champignon est entravé, et la plante résiste ; c'est ce qui se produit toutes les fois que les conditions extérieures sont peu favorables au développement, quand les gaines se dessèchent, etc.

Le mycélium forme à la base du chaume et entre les gaines un feutrage brun plus ou moins dense et adhérent ; les filaments portent çà et là des rameaux courts ou ampoules perforatrices, souvent fusiformes, qui s'appliquent sur les tissus et y envoient des ramifications (Mangin, Krüger).

Les périthèces se montrent à la fin de l'été et en automne ; enfoncés dans les tissus de la gaine ou libres sur les parties nues des entre-nœuds, ils sont prolongés en un col droit plus ou moins long et munis de poils bruns tantôt répandus sur toute leur surface, tantôt localisés sur la partie ventrue ou sur le col. Les asques ont la forme d'une massue allongée. Les ascospores sont fusiformes, droites ou un peu courbes, jaunes et munies de six à huit cloisons transversales ; elles sont mises en liberté par gélification de la paroi de l'asque et sortent par le pore agglomérées en un filament ; parfois les asques mûrs

Planche LXVI

Sphériales.



Ophiobolus graminis. — 1, périthèces jeunes, *Pé.*, encore enfermés dans le tissu d'une gaine ; *My.*, mycélium. — 2, un groupe de périthèces mûrs. — 3, un de ces périthèces plus grossi. — 4, le mycélium *My.*, à la face inférieure d'une gaine. — 5, mycélium dans les cellules du premier entre-nœud. — 6, masse de stroma à la surface du chaume. — 7, asque jeune et paraphyse. — 8, asque mûr. — 9, ascospores. — 10, déhiscence de l'asque. — 11, germination des ascospores : *A*, après vingt-quatre heures ; *B*, après quatre jours.

Leptosphaeria herpotrichioides. — 12, un périthèce. — 13, asque. — 14, ascospore germant.

et partiellement gélifiés, sont émis un à un en une sorte de ruban assez consistant (Foëx).

Les spores germent par filaments, un ou plusieurs pour chaque cellule ; ces filaments s'allongent, brunissent en même temps qu'apparaissent latéralement de petites expansions uni ou bicellulaires, analogues aux ampoules perforatrices (Foëx). Le Champignon se cultive facilement sur divers substratums, mais reste stérile.

Diverses formes conidiennes ont été rattachées au *Leptosphæria herpotrichioides*. C'est ainsi que Mangin a décrit de grosses spores ovoïdes, constituées de cinq à sept rangées de cellules brunes (*Dictyosporium*) ; l'on a rencontré une autre forme à petites spores filiformes hyalines (*Cercosporella herpotrichioides*), mais le rattachement de ces conidies au *Leptosphæria* n'a pas été prouvé expérimentalement et n'est même nullement probable pour le *Dictyosporium*. *

Ophiobolus graminis Sacc. (pl. LXVI, fig. 1-11). — Cette espèce produit sur les Céréales une altération bien différente de celle décrite ci-dessus. C'est aussi la base du chaume qui est atteinte, couverte d'un revêtement superficiel brun, adhérent ; le Champignon fait le plus souvent le tour complet de la tige, formant anneau ; il peut aussi contaminer les racines. En général cette forme de piétin ne produit pas la verse, mais les pieds se développent mal et donnent des épis à grains ridés, plus ou moins avortés. L'altération se montre ordinairement en taches disséminées, au lieu de s'étendre uniformément comme dans le cas du *Leptosphæria*.

Le revêtement brun des chaumes est formé de filaments très cloisonnés, ramifiés, qui par places s'enchevêtrent en petites pelotes noires. Les périthèces se forment tardivement, en hiver ; ils sont noirs, globuleux, entourés d'un lacis de filaments mycéliens et terminés en un col court, tronqué, souvent coudé. Au début, ils sont enfouis dans le tissu de la gaine, dont la destruction rapide les rend superficiels, de sorte qu'à maturité ils semblent libres sur le revêtement brun qui couvre la base du chaume. Les asques, en massue allongée, contiennent chacun un faisceau de huit spores bacillaires (70 à 80 μ de long), un peu courbes, munies de gouttelettes et

divisées en quatre cellules à leur maturité complète. Une rupture transversale vers le tiers inférieur de l'asque les met en liberté. Elles germent par production de filaments partant des deux extrémités de la spore et se ramifiant latéralement (Prillieux et Delacroix) ; cependant Mangin, Foëx ont observé que, placées dans l'eau, les ascospores émettent de petites conidies secondaires falciformes, naissant directement sur la spore ou sur un filament germinatif épais et terminal. Peut-être plusieurs espèces différentes d'*Ophiobolus* sont-elles confondues sous le même nom.

On a attribué l'*Ophiobolus graminis* plusieurs formes conidiennes ; mais la preuve expérimentale de ce rattachement n'a pas été donnée. Ainsi, Mangin a rencontré des conidies unicellulaires noires (*Coniosporium*), qu'il rapporte avec doute à l'*Ophiobolus*.

Autres Champignons du piétin. — Ce côté des *Leptosphæria herpotrichioides* et *Ophiobolus graminis*, d'autres espèces se rencontrent sur les Céréales atteintes de piétin et jouent peut-être un rôle dans cette affection. C'est le cas des suivantes :

Leptosphæria culmifraga (Fr.) Ces. et de Not., forme voisine de *L. herpotrichioides*, mais distincte par ses périthèces glabres et ses ascospores plus longues et plus cloisonnées (9-10 cloisons).

Ophiobolus herpotrichus Fries, bien différent de l'*O. graminis* par ses ascospores beaucoup plus longues, jaunâtres et par la présence de paraphyses persistantes. Ce Champignon se rencontre souvent sur des chaumes ayant porté le *Leptosphæria* ou l'*Ophiobolus graminis* (Krüger).

Wojnowicia graminis (Mc.. Alp.) Sacc., forme pycnide à conceptacles superficiels, laineux extérieurement, et à spores brunes, fusiformes cloisonnées ; ce Champignon est fréquent sur les chaumes attaqués par *Ophiobolus graminis* (et aussi dans l'autres conditions), mais, d'après Guyot qui l'a cultivé, est une espèce indépendante, parasite de faiblesse du Blé et de quelques graminées.

Quelle que soit l'origine du piétin, c'est une maladie qui sévit surtout sur les Céréales semées de bonne heure à l'automne,

bien qu'on puisse aussi la rencontrer sur les semis tardifs et même sur les semis de printemps (dans le cas l'attaque est faible), ce qui semble indiquer que des périthèces peuvent mûrir et émettre leurs spores depuis le début de l'automne jusqu'au printemps. Les variétés précoces paraissent plus sensibles (Blé Noé, de Saint-Laud et surtout Blé de Bordeaux).

Le piétin sévit avec intensité dans les années pluvieuses, surtout après les hivers doux et sur les sols humides. Il semble que la nature de la culture précédant la Céréale ait également une action ; les attaques seraient intenses sur Blé semés sur Betteraves et sur autre Céréale, un peu moins graves après culture de Légumineuses, surtout de Luzerne (l'excès d'azote peut être alors corrigé grâce au drainage du sol par les racines pivotantes de la Luzerne).

Traitement. — Le traitement du piétin est basé sur l'absence des périthèces au moment de la moisson, quel que soit d'ailleurs le parasite ; il consiste à déchaumer soigneusement après la récolte et à brûler les chaumes sur place.

D'un autre côté, tout ce qui contribuera à diminuer l'humidité à la base des tiges mettra une entrave au développement du parasite ; on drainera les terres humides, on veillera à semer en lignes.

Diverses autres précautions culturales sont de nature à restreindre le mal, notamment un assolement long, ainsi que l'emploi de variétés résistantes.

Enfin les essais de destruction des mauvaises herbes par les solutions d'acide sulfurique ont montré que, au moins dans certains cas, les Céréales ainsi traités étaient indemnes de piétin, ou tout au moins moins gravement envahies que les parcelles non traitées. L'acide sulfurique, outre son action indirecte par destruction des mauvaises herbes, paraît agir en provoquant le dessèchement des gaines et rendant le milieu moins favorable au développement du mycélium. Des expériences devront préciser les conditions d'application des pulvérisations, surtout les époques les plus favorables.

Genre **Dilophia** Sacc.

Les *Dilophia* présentent des ascospores filiformes comme les *Ophiobolus* ; mais leurs périthèces sont réunis par un stroma noir.

Dilophia graminis (Fuck.) Sacc. (pl. LXVII, fig. 1-8). — Cette espèce peut attaquer les épis du Blé, de l'Avoine et du Seigle ; elle est rare en France, où l'on l'a observée sur des Blés d'origine anglaise aux environs de Vitry-le-François, de Rouen, etc. ; on la rencontre plus fréquemment sur quelques Graminées sauvages (Vulpin, Houque, Avoine élevée, etc.).

Sur le Blé elle a été étudiée avec détails par Atanasoff. L'attaque des jeunes plants aboutit à la formation de taches claires avec petites pycnides noires ; les pieds jaunissent, s'arrêtent dans leur développement et meurent. Mais le plus souvent l'attaque se produit plus tard et les gaines ainsi que les feuilles sont réunies par un stroma noir, en sorte que l'épi ne peut se dégager et que le chaume se contourne. Dans les attaques tardives, seuls les épis sont envahis, entourés totalement ou en partie par un stroma très dur, compact qui englobe les fleurs atrophiées et les soude à l'axe.

Les pycnides (*Dilophospora Alopecuri* Fr., *D. graminis* Desm.) sont libres dans les tissus des gaines et des feuilles; sur les épis elles sont entourées d'un stroma blanc à l'intérieur, noir à l'extérieur, de structure comparable à un véritable sclérote. Les stylospores sont cylindriques et terminées à chaque extrémité par trois à six cils rameux. Pour germer, elles se gonflent, se divisent par une cloison transversale ; puis les deux cellules s'écartent légèrement pour laisser passer un gros filament à contenu granuleux. Parfois la spore germe simplement par un filament terminal.

Les périthèces, qu'on n'a pas encore rencontrés sur le Blé, ont été découverts par Fuckel sur des Graminées sauvages (*Calamagrostis*) ; ils ressemblent aux pycnides, mais contiennent des asques cylindriques et des ascospores allongées, très aiguës à chaque extrémité et munies de nombreuses cloisons.

Une forme conidienne (*Mastigosporium album* Riess)

semble aussi se rattacher au *Dilophia*, mais n'a été rencontrée que sur des Graminées sauvages ; ce sont de petits coussinets blancs portant des conidies fusiformes, septées et terminées par des soies.

Ce Champignon a été cultivé avec succès par Atanasoff, qui, sur divers milieux, a obtenu son développement complet, avec formation des pycnides et des spores.

Atanasoff a en outre montré que le *Dilophia graminis* ne se rencontrait que sur les plants attaqués par l'anguillule du Blé niellé, *Tylenchus Tritici*, confirmant les observations déjà faites par Richon, Fron, etc. Les infections faites en associant le Champignon à l'anguillule réussissent facilement, quand on opère sur un point végétatif de la Céréale ; et il est probable que dans la nature le *Tylenchus* sert de support aux spores de *Dilophia*.

Traitement. — Il consiste à récolter et brûler les épis atteints (quand leur nombre rend l'opération possible) et à changer la provenance de la semence.

Il est en outre essentiel de lutter contre le *Tylenchus Tritici*.

Genre **Pleospora** Rab.

Les *Pleospora* se reconnaissent à leurs périthèces simples, enfoncés dans les tissus, et à leurs ascospores colorées et munies de cloisons transversales et longitudinales.

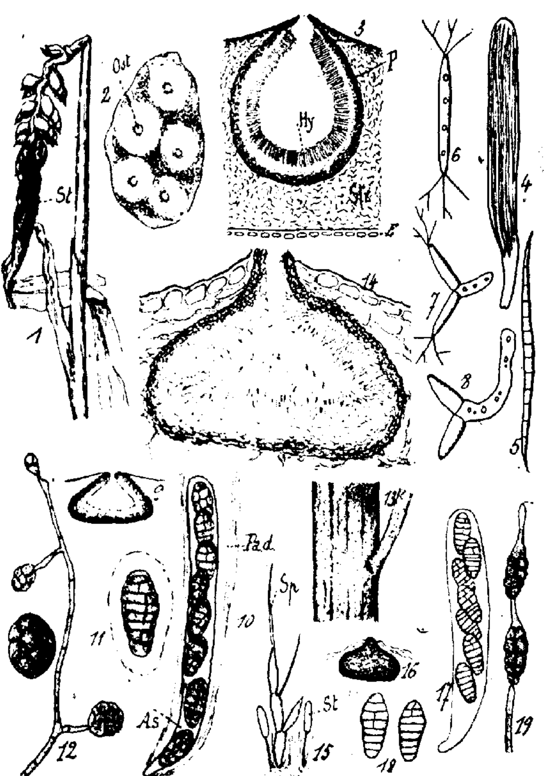
Très généralement, ce sont de simples saprophytes fréquents sur les plantes mortes ; cependant on a signalé quelques cas de parasitisme dus à des espèces de ce genre.

Les *Pleospora* ont des formes conidiennes à spores brunes et cloisonnées dans deux directions perpendiculaires, très variables de forme et de dimension, tantôt en massue allongée (*Alternaria*), tantôt elliptiques ou ovales (*Macrosporium*) L'étude de ces formes, difficiles à caractériser et à séparer nettement les unes des autres, est très complexe ; certaines, dont les périthèces n'ont pas encore été trouvés, seront étudiées plus loin avec les autres formes conidiennes incomplètement connues.

Pleospora herbarum (Pers.) Rabenh. (pl. LXVII, fig.

Planche LXVII

Sphériales.



Dilophia graminis. — 1, un épi de Blé déformé par le stroma *St.* du Champignon. — 2, coupe tangentielle du stroma montrant les ostioles, *Ost.*, des pycnides. — 3, une pycnide *P.* en coupe ; *Str.*, stroma ; *Hy.*, stylospores. — 4, asque. — 5, ascospore. — 6, stylospore. — 7 et 8, germination des stylospores.

Pleospora herbarum. — 9, coupe d'un périthèce. — 10, asque *As.* entouré de paraphyses gélifiées *Pa. d.* — 11, ascospore. — 12, la forme conidienne.

Pleospora albicans. — 13, un rameau de Chicorée portant une tache fructifiée. — 14, coupe d'une pycnide. — 15, hyménium de la pycnide ; *St.*, stylospore ; *Sp*, spermatie. — 16, un périthèce. — 17, asque. — 18, ascopores (d'après Prillieux.)

Pleospora infectoria. — 19, la forme conidienne.

9-12). — C'est un Champignon très commun sur les végétaux morts, surtout sur les plantes herbacées. Sur l'Ail, l'Oignon et quelques plantes voisines, il est capable de se développer en parasite ; le mycélium, qui pénètre les bulbes et les feuilles, fructifie à la surface de ces organes sous forme d'une moisissure noire ; les filaments conidifères sortent par les stomates ; ils sont simples ou un peu ramifiés et se terminent par de grosses spores brunes, de forme variable, très finement échinulées, munies de cloisons transversales et longitudinales ; c'est le *Macrosporium commune* Rabenh. Les périthèces se forment en automne sur les feuilles et les tuniques desséchées des bulbes atteints ; ils naissent sous l'épiderme et sont noirs, durs et un peu aplatis ; les paraphyses diffluent rapidement ; les asques renferment huit spores ovales ou oblongues, d'un jaune brunâtre, pourvues généralement de sept cloisons transversales et de quelques cloisons longitudinales.

Les pycnides, qu'on rencontre parfois avec les conidies ou les périthèces, ne rentrent sans doute pas dans le cycle de développement de cette espèce.

Thumen a rencontré sur l'Ail un *Macrosporium*, *M. parasiticum*, qui ne diffère sans doute pas de la forme conidienne du *Pleospora herbarum* (Miyabe).

Sur l'Ail et l'Oignon, le *Pleospora herbarum* n'est pas toujours parasite ; on le rencontre fréquemment vivant sur les parties tuées par le mycélium du *Peronospora Schleideni*. Plus rarement il existe seul, et les dégâts sont dans ces circonstances certainement dus à son action (Miyabe, Prillieux et Delacroix).

Pleospora albicans Fuck. (pl. LXVII, fig. 13-18). — Cette espèce est bien voisine de la précédente, à laquelle quelques auteurs la réunissent ; les périthèces des deux Champignons sont en effet si semblables qu'il est presque impossible de les distinguer. Mais le *Pleospora albicans* ne présente pas de forme *Macrosporium* ; on ne lui connaît que des pycnides [*Phomopsis albicans* (Rob. et Desm.)].

Prillieux l'a rencontré sur les Chicorées, où il produit des taches d'un gris jaunâtre bordées de brun, localisées sur les tiges, se répandant plus rarement sur les feuilles ; bientôt ces

taches blanchissent, leur bordure noircit et l'on y voit apparaître de petits points noirs, ce sont les pycnides. Elles sont enfoncées dans les tissus, un peu aplaties et s'ouvrent au dehors au sommet d'un col très court ; elles contiennent de petites stylospores hyalines, cylindriques, parfois mélangées à des spermaties filiformes, qui naissent dans le même conceptacle. Après l'hiver, les périthèces se forment au milieu des pycnides vides.

Pleospora infectoria Fuck. (*P. Alternariæ* Gib. et Griff.) (pl. LXVII, fig. 19). — Gibelli et Griffini ont montré qu'à cette espèce se rattache une forme conidienne très commune, généralement saprophyte, l'*Alternaria tenuis* Nees. Les conidies ont la forme d'une massue effilée à son sommet ; elles sont cloisonnées dans deux directions perpendiculaires et colorées en brun. La première naît à l'extrémité d'un court filament dressé sur le mycélium, puis produit à son sommet une seconde spore ; les conidies forment ainsi des chapelets, chacune provenant du bourgeonnement de l'extrémité de la conidie précédente. Les périthèces ressemblent à ceux du *Pleospora herbarum* ; mais les ascospores sont plus petites et munies seulement de cinq cloisons transversales.

Un cas de parasitisme de l'*Alternaria tenuis* a été signalé par Behrens sur des germinations de Tabac ; les cotylédons et les feuilles deviennent mous, gluants, puis se couvrent d'un velouté noir constitué par les conidies. Le même Champignon se rencontre aussi sur les feuilles adultes du Tabac, sur lesquelles il produit des taches desséchées, fauves, confondues par les cultivateurs sous le nom général de *rouille* avec d'autres altérations de cause parasitaire ou non.

D'autres *Pleospora* ont été signalés comme parasites, mais leur étude est encore incomplète. C'est ainsi que Fuckel attribue une pourriture du cœur de la Betterave à une moisissure qu'il appelle *Sporidesmium putrefaciens* et qui paraît très voisine des *Alternaria*. D'après Frank, ce serait la forme conidienne d'un *Pleospora*, *P. putrefaciens*, espèce qui posséderait d'ailleurs d'autres formes de fructification. Ces formes, encore mal connues et qui se rapportent sans doute à plusieurs

espèces distinctes, seraient parasites d'après Frank, mais ne causeraient pas de grands dommages.

Genre **Cucurbitaria** Gray.

Les ascospores des *Cucurbitaria* sont pluricellulaires et colorées comme celles des *Pleospora* ; mais les périthèces sont groupés sur un stroma en nombre parfois considérable.

Quelques espèces peuvent devenir des parasites de blessure, comme le *Cucurbitaria pithyophila* (Kunze) de Not., qui attaque les jeunes Sapins déjà affaiblis par le manque de lumière dans les forêts sombres.

Le *Cucurbitaria Laburni* (Pers.) Ces. et de Not. peut pénétrer les rameaux blessés du *Cytisus Laburnum* et y produire des taches décolorées, jaunâtres ; les fructifications, pycnides à stylospores de plusieurs sortes et périthèces, se montrent sur les parties tuées. Le parasitisme de cette espèce a été signalé par von Tubeuf ; en France, notamment dans les parcs des environs de Paris, des cas analogues ne sont pas rares.

III. — DOTHIDÉALES.

Les Dothidéales n'ont qu'une faible importance en pathologie végétale, au moins dans les régions tempérées ; si beaucoup d'espèces sont parasites, leurs dégâts sont presque toujours insignifiants.

Les Dothidéales sont caractérisées par l'absence de paroi propre aux périthèces qui sont de simples cavités creusées dans un stroma d'aspect celluleux. Mais, tel qu'il est compris par la majorité des auteurs, ce groupe n'est nullement homogène et on y rattache des formes, comme beaucoup de *Phyllachora*, qui ont de véritables périthèces, comme les Sphériales, et qui seraient mieux à leur place parmi ces dernières. Citons seulement le *Phyllachora graminis* (Pers.) Fuck. (et espèces voisines), qui forme sur les feuilles des nombreuses Graminées des taches noires stromatiques contenant d'abord des pyc-

nides, puis des périthèces ; les asques renferment des spores ovales, hyalines.

Le *Diachora Onobrychidis* (D. C.) J. Müller, se développe sur les feuilles du Sainfoin ; les spermogonies [*Placosphæria Onobrychidis* (D. C.) Sacc., *Rhytisma Onobrychidis* (D. C.)] forment de petites taches d'un noir luisant ; les spermaties sont ovales et pourvues d'un appendice filiforme constitué par le stérigmate, qui se détache au moment de la maturité de la conidie, avec laquelle il reste adhérent. Les périthèces ont été rarement observés ; les asques contiennent des ascospores ovales et présentent la singulière particularité d'être insérés non pas sur le fond, mais sur les parois latérales des périthèces.

Les *Dothidella* se distinguent à leurs ascosporeshyalines et bicellulaires. Le *D. Ulmi* (Duv.) Wint., fréquent sur les feuilles de l'Orme, y produit de petites taches jaunes, puis noirâtres sur lesquelles apparaît d'abord une forme conidienne (*Piggotia astroidea* B. et Br.) ; des stromas aplatis, noirs, sous-épidermiques se forment ensuite à la face supérieure ; ils sont creusés par des périthèces dont les asques mûrissent au printemps suivant.

Une forme conidienne (*Polythrincium Trifolii* Kunze), à spores bicellulaires brunes, portées au sommet de filaments flexueux, est fréquente sur les feuilles des Trèfles qu'elle couvre en été de petites taches ponctiformes noires. Elle rentre dans le cycle de développement d'une espèce voisine de la précédente, le *Dothidella Trifolii* (Pers.).

IV. — HYPOCRÉALES.

L'importance de ce groupe est bien plus grande que celle des Dothidéales et des maladies graves des végétaux cultivés sont dues au parasitisme d'Hypocréales.

Les Hypocréales se reconnaissent facilement à leurs périthèces charnus, généralement de coloration vive ; les divers genres se distinguent tant à la structure des ascospores qu'à l'existence ou à l'absence d'un stroma supportant les périthèces.

Genre **Nectria** Fr.

Dans ce genre, le plus nombreux de la famille, les périthèces, presque toujours de coloration rouge, naissent librement à la surface du support ou sont groupés sur un stroma ; les asques sont cylindriques et renferment huit spores hyalines bicellulaires.

La plupart des *Nectria* sont de simples saprophytes, fréquents sur les branches mortes ; quelques espèces sont parasites, notamment le *Nectria galligena*, qui cause le « chancre des arbres fruitiers ».

Nectria galligena Bres. (pl. LXVIII, fig. 1-8). — Ce Champignon (1) cause de très graves dommages en attaquant les rameaux des arbres fruitiers, Poirier et surtout Pommier, ainsi que de quelques arbres forestiers comme le Hêtre. Il provoque l'apparition de chancres, c'est-à-dire de plaies vives de l'écorce qui s'agrandissent sans tendance à la cicatrisation. Les chancres peuvent être dus à plusieurs causes, notamment aux piqûres du puceron lanigère, à l'action du froid (Sorauer) ; mais, dans la grande majorité des cas, c'est au *Nectria galligena* qu'il faut en attribuer l'origine.

Un chancre produit par le *Nectria* débute sur le rameau par une petite tache déprimée, où l'écorce brunit et meurt ; l'altération s'étend surtout suivant l'axe du rameau, et autour du point central, place de l'infection, apparaissent bientôt des fentes profondes, disposées suivant des lignes concentriques. Sur le pourtour, les parties encore saines réagissent par la production d'un bourrelet, tandis que, au centre, l'écorce, crevassée et morte, s'élimine par morceaux, mettant le bois à nu ; sur les bords, l'altération s'étend aux dépens du bourrelet que le mycélium corrode au fur et à mesure de sa formation.

L'apparence du mal varie d'ailleurs notablement suivant

(1) Le parasite du chancre du Pommier est généralement rapporté au *Nectria ditissima* Tul., mais, d'après Weese il s'agit bien d'une espèce spéciale, caractérisée surtout par la coloration foncée de l'ostiole des périthèces âgés. D'ailleurs le *N. ditissima* serait identique à *N. coccinea* (Pers.) Fr., saprophyte fréquent sur les rameaux morts.

l'âge de l'organe atteint. La dessiccation de l'écorce fait rapidement le tour des jeunes rameaux, avant que les tissus aient eu le temps de réagir, et toute la partie située au-dessus du point d'attaque se dessèche et se couvre des fructifications de saprophytes variés. Si, au contraire, le *Nectria* a infecté une branche plus grosse, le bourrelet se développe, mais ne tarde pas à être envahi ; un nouveau bourrelet prend naissance extérieurement au premier ; il est détruit à son tour, et ainsi de suite, en sorte que le chancre s'étend aux dépens des bourrelets successifs. Si la branche est d'assez petites dimensions, il arrive à en faire le tour, et toute la partie supérieure se dessèche. Ce fait est rare sur les grosses branches ; leur développement est cependant gêné par le Champignon, qui entrave la circulation de la sève.

Le mycélium du *Nectria galligena*, formé de filaments hyalins et rameux, circule entre les cellules, que parfois il pénètre ; on le rencontre non seulement dans l'écorce, mais aussi dans le bois, où il s'introduit par les rayons médullaires, mais jamais bien profondément. Dans l'écorce, il forme des amas qui, en se développant, déchirent les tissus et apparaissent à l'extérieur comme de petits coussinets hémisphériques d'un rose pâle. Leur surface se couvre de conidies allongées, cylindriques ou un peu courbes, obtuses aux extrémités et pourvues de 5 ou 6 cloisons transversales [*Fusarium Willkommii*] ; fréquemment elles sont accompagnées de petites spores ovales qui restent unicellulaires. Les conidies germent en émettant des filaments qui peuvent produire des conidies secondaires (Hartig).

Les périthèces se forment isolément ou groupés à la surface des tissus crevassés et tués de l'écorce, ou bien apparaissant sur les stromas conidifères. Ils sont arrondis, d'un rouge-corail vif. Les asques renferment huit ascospores oblongues, divisées en deux cellules par une cloison transversale. Les paraphyses sont formées de plusieurs articles et terminées par un ou deux filaments allongés et grêles. Les ascospores germent par filament et, de même que les conidies, sont capables de reproduire un chancre.

Le *Nectria* s'introduit presque toujours dans les rameaux

par une blessure ; ce n'est que dans les milieux très humides que le filament germinatif peut pénétrer directement par les lenticelles (Gœthe). En général, l'infection se fait par les plaies de taille, d'insectes, par les déchirures dues aux gelées, etc.

Brzezinski (1903), reprenant l'étude du chancre des arbres fruitiers, l'a attribué à une Bactérie avec laquelle il aurait reproduit artificiellement la maladie ; le *Nectria galligena* ne serait alors qu'un simple saprophyte. Ces faits sont en contradiction avec les résultats des essais d'infection tentés avec succès par divers auteurs et repris par Aderhold à la suite des expériences de Brzezinski. Il en résulte que le *Nectria galligena* est certainement la cause première du chancre, ce qui ne veut pas dire que les Bactéries n'aient aucun rôle dans la destruction des parties envahies par le mycélium du Champignon et dans le brunissement du bois atteint.

L'importance des dégâts causés par le chancre peut être considérable ; la maladie sévit surtout dans les endroits humides, les vallées et sur les sols frais, où la culture de certaines variétés de Pommier particulièrement sensibles (certaines Reinettes notamment) peut devenir impossible. Les variétés à cidre sont en général moins atteintes, mais aucune n'est indemne.

Traitement. — 1° Supprimer les petits rameaux au-dessous du chancre en coupant dans la partie saine et brûler la portion enlevée ;

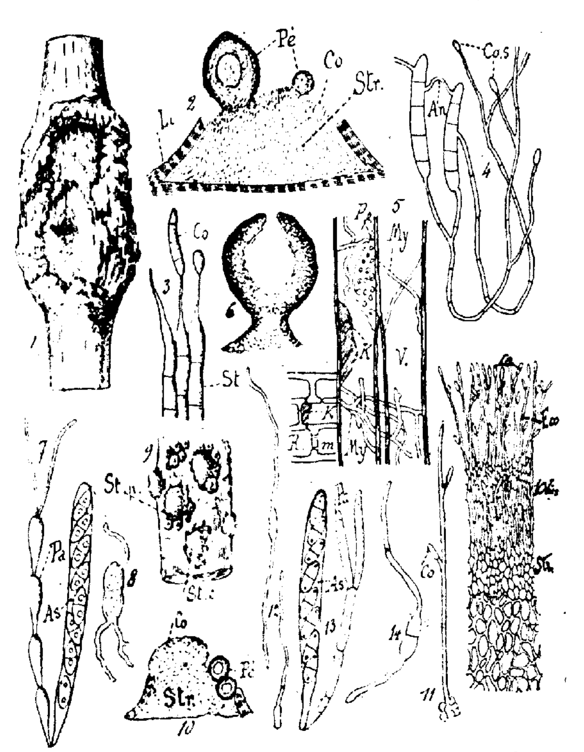
2° Lorsque le chancre n'intéresse qu'une partie du pourtour de la branche, enlever toute la portion malade jusqu'au tissu tout à fait sain, brûler les parties enlevées, badigeonner la plaie avec la solution de Skawinski, puis l'obturer avec un onguent ou du coaltar ;

3° Les pulvérisations effectuées pendant l'hiver avec une bouillie bordelaise concentrée ont donné de bons résultats comme traitement préventif du chancre.

Nectria cucurbitula Fries. — Cette espèce, voisine de la précédente, attaque l'Épicéa (Hartig) ; c'est un parasite de blessure qui s'introduit dans les jeunes pousses, tue l'écorce et amène la dessiccation de l'extrémité des tiges. Les fructifications n'apparaissent que sur les écorces tuées maintenues à

Planche LXVIII

Hypocréales.



Nectria galligena. — 1, rameau de Pommier portant un chancre. — 2, coupe d'un stroma fructifère *Str.*; *Co.*, conidies ; *Pé.*, périthèces. — 3, conidies *Co.*, au sommet des stérigmates. — 4, germination de deux conidies qui s'anastomosent en *An*, et produisent des conidies secondaires *Co. s.* (d'après Hartig). — 5, coupe du bois attaqué ; *V.*, vaisseau ; *P. p.*, portion de la paroi ponctuée ; *R. m.*, rayon médullaire ; *K.*, gomme de blessure ; *My.*, mycélium (d'après Gœthe). — 6 un périthèce en coupe. — 7, asque et paraphyse. — 8, germination d'une ascospore.

Nectria cinnabarina. — 9, portion d'écorce de Tilleul avec stromas conidifères *St. c.*, et stromas portant des périthèces *St. p.* — 10, coupe d'un stroma portant à la fois des conidies *Co.* et des périthèces jeunes *Pé.* — 10 *bis*, coupe d'un stroma conidifère : *Str.*, stroma ; *P. Co.*, conidiophores ; *Co.*, conidies. — 11, un conidiophore isolé. — 12, conidies en germination. — 13, asque et paraphyse. — 14, germination d'une ascospore.

l'humidité ; elles sont constituées par un stroma qui porte d'abord des conidies cylindriques et cloisonnées, puis des périthèces rouges, ovoïdes. Les ascospores, mûres au printemps, assurent la conservation du parasite.

Le traitement consiste à couper et brûler les rameaux tués.

Nectria cinnabarina Tode (pl. LXVIII, fig. 9-14). — Ce Champignon est très répandu à l'état de saprophyte, surtout sous sa forme conidienne (*Tubercularia vulgaris* Tode). Plus rarement, il vit en parasite sur divers arbres, Marronnier, Tilleul, Orme, Robinier, Érable, Ailante, Mûrier, etc. ; il tue les rameaux qui se recouvrent de petites pustules rouges, d'où le nom de *maladie du rouge* souvent donné à cette affection.

Le *Nectria cinnabarina* est un parasite de blessure, dont le mycélium envahit d'abord le bois ; les filaments pénètrent les vaisseaux et les fibres, détruisent l'amidon, puis toutes les parties non lignifiées. La réaction des cellules vivantes du bois est faible et ne se manifeste que par une formation plus ou moins abondante de thylles et de gomme, mais jamais suffisante pour arrêter la progression du mycélium. Quand le bois est ainsi tué sur une certaine étendue, le Champignon se répand dans l'écorce, qu'il détruit de l'intérieur vers l'extérieur, en ne laissant intacts que le liège et les fibres.

Dans le midi de la France, Arnaud a constaté que le *Nectria cinnabarina* pénétrait souvent les rameaux du Mûrier en s'introduisant par les bourgeons détruits lors des gelées printanières ; le mycélium envahit le rameau sur une longueur de 5 à 10 centimètres et provoque le dessèchement de toute la partie supérieure.

Les fructifications apparaissent sur les parties mortes ; elles naissent à l'intérieur de l'écorce désorganisée et se montrent extérieurement en rompant le périderme. Ce sont de petits coussinets rouges, hémisphériques, mesurant 1 à 2 millimètres de diamètre, isolés ou parfois réunis. Le stroma qui les constitue est formé d'un pseudo-parenchyme à cellules polygonales, dont les plus externes se prolongent en longs stérigmates filiformes, serrés les uns contre les autres. Les conidies, qui naissent au sommet et sur les côtés des stérig-

mates, sont très petites, cylindriques ou oblongues et germent facilement par filament.

Les périthèces, plus rares que les conidies, naissent groupés sur les stromas; ils sont arrondis, d'un rouge vif, leur surface est granuleuse. Les asques, entremêlés de paraphyses qui diffluent rapidement, ont la forme d'une massue allongée; les ascospores, divisées par une cloison transversale, sont mises en liberté par gélification de la paroi des asques et sortent des périthèces noyées dans une matière gélatineuse. Elles germent en produisant des filaments qui souvent portent de petites conidies secondaires. L'infection artificielle a été faite par Mayr en partant des ascospores.

Le *Nectria cinnabarina* n'attaque en général que les arbres dépérissants; dans les villes, il est fréquent sur les arbres languissants des promenades. Le mycélium est vivace dans les rameaux et les branches, où il progresse tous les ans; il gagne ainsi le tronc et peut amener la mort de l'arbre entier.

Traitement. — L'ablation des rameaux malades ne suffit pas à enrayer le développement du champignon, car le mycélium s'étend souvent loin de la partie morte, sans qu'aucun symptôme n'en décèle la présence.

Le seul traitement à conseiller, purement préventif, consiste à recouvrir de goudron ou d'un onguent quelconque toutes les plaies pour éviter la germination des spores et la pénétration du mycélium.

Genre **Melanospora** Corda.

Dans ce genre, les périthèces sont simples, isolés, arrondis, parfois prolongés en un col allongé; leur coloration, qui n'est jamais aussi vive que celle des *Nectria*, est souvent assez foncée; mais la consistance molle et charnue de la paroi des périthèces éloigne les *Melanospora* des Sphériales. Les asques, généralement en forme de massue large, se gélifient rapidement; ils sont dépourvues de paraphyses. Les ascospores sont unicellulaires, brunes.

Melanospora damnosa (Sacc. et Berl.) Lindau (*Sphaeroderma damnosa* Sacc. et Berl.) (pl. LXIX, fig. 1-2). — Cette

espèce attaque le Blé et a été signalée en Sardaigne et en Tunisie ; elle peut causer de graves dégâts. Les pieds atteints restent petits et ne donnent que des épis mal développés, souvent stériles. Le mycélium forme un lacis à la base du chaume, entre les gaines et la tige ; il développe d'abord des conidies (*Fusarium*) fusiformes, courbées, cloisonnées, puis des périthèces arrondis, jaunes, dont l'ostiole est entourée de poils raides ; les ascospores, contenues dans des asques élargis, sont colorées en olive foncé et ont la forme d'un citron.

Foëx rapproche de ce Champignon un *Fusarium* qu'il a observé sur Orge et Avoine en Seine-et-Oise et qui provoquait soit un rabougrissement et une dessiccation des plants, soit une coudure de la base des chaumes comme dans le piétin.

Melanospora stysanophora Mattir. (pl. LXIX, fig. 3-6). — Ce Champignon est fréquent sous sa forme conidienne [*Stysanus Stemonites* (Pers.) Corda] sur les plantes mortes ; il est constitué par des filaments bruns, agrégés en petits arbuscules, dont la partie supérieure seule est fertile ; les conidies naissent en chaînes au sommet ramifié des filaments. Mattirolo, puis Guéguen ont obtenu en culture des périthèces d'un brun foncé, arrondis, munis d'un col droit peu allongé ; les asques sont ovoïdes et diffluent très rapidement ; les ascospores sont fusiformes et brunes.

Cette espèce n'est presque toujours qu'un saprophyte ; cependant, sous le nom de *Dematophora glomerata*, Viala a décrit un Champignon qui produit un pourridié de la Vigne et qui n'est que le *Melanospora stysanophora ;* cet auteur a observé les conidies et les périthèces, qu'il a pris pour des pycnides, n'ayant pu voir les asques. Ce pourridié a été rencontré dans les sables du midi de la France, où d'ailleurs il est peu répandu. Prunet a constaté la contamination de boutures ou de greffes-boutures mises en stratification dans un sable qui avait été en contact avec des fragments de Vigne malades.

La même maladie est, d'après Istvanffi, fréquente en Hongrie où elle n'est pas spéciale aux terrains sablonneux.

Arnaud attribue à un *Melanospora*, *M. Asparagi* Arn., un dessèchement de plants d'asperges débutant à la base des tiges.

Genre **Gibberella** Saccardo.

Les périthèces, dans ce genre, ont la même structure que ceux des *Nectria* et sont ordinairement groupés sur un stroma; mais leur coloration est bien plus foncée, d'un noir tirant sur le bleu, et les ascospores sont fusoïdes, hyalines, pourvues de trois cloisons transversales.

Les conidies sont du type *Fusarium* et plusieurs espèces ont été signalées comme parasites sous leur forme conidienne. La plus connue est la suivante :

Gibberella Saubinetii (Mont.) Sacc. — Ce Champignon est fréquent en Europe sur les épis des Céréales, notamment du Blé et du Maïs, qu'il recouvre d'une moisissure et de petits coussinets roses dus à la forme conidienne (*Fusarium rostratum* App. et Woll.). Les conidies en fuseau allongé et arqué sont munies de cinq cloisons. Les périthèces, d'un bleu foncé, apparaissent plus tardivement.

Ce Champignon dans nos régions n'est souvent qu'un saprophyte; il peut cependant causer quelques dégats dans les étés humides, concurremment avec le *Cladosporium herbarum* (noir des Céréales).

Aux États-Unis, la même espèce est bien plus dangereuse et devient un réel parasite s'attaquant aux Céréales à tous les stades de leur développement, notamment aux jeunes plantes qu'il faut faire périr.

Genre **Hypomyces** (Fries) Tulasne.

Les *Hypomyces*, généralement parasites des Champignons supérieurs (Hyménomycètes et Discomycètes), sont caractérisés par leurs périthèces isolés, jaunâtres, à paroi mince, leurs asques cylindriques, sans paraphyses, et leurs ascospores fusiformes, hyalines et bicellulaires. Ces Champignons possèdent des formes conidiennes des types *Verticillium* et *Mycogone*. On rattache à ce genre, quoique les périthèces n'aient

pas encore été observés, un parasite qui attaque assez fréquemment les Champignons de couche dans les carrières et produit la maladie connue sous le nom de « môle ».

Hypomyces (?) perniciosus Magnus (pl. LXIX, fig. 7-8). — Les Champignons de couche (*Agaricus campester*) atteints de la môle présentent des déformations caractéristiques, assez variables suivant l'époque d'attaque du parasite : si l'envahissement est tardif, a lieu quand les feuillets de l'Agaric sont différenciés, ceux-ci sont ondulés et se couvrent d'une moisissure blanche, tandis que le pied reste court et épais ; au contraire, quand l'attaque est précoce, les déformations sont telles que souvent on ne peut distinguer le pied du chapeau et que tout le Champignon est transformé en une masse bosselée, irrégulière, plus ou moins volumineuse, molle, pourrissant facilement. Les môles sont considérées comme vénéneuses, mais la preuve n'en est pas faite.

Le parasite fructifie à la surface des môles sous forme d'un velouté d'abord blanc, puis roussâtre ; les filaments conidifères sont dressés et portent à leur sommet plusieurs verticilles de conidiophores terminés par de petites conidies hyalines (forme *Verticillium*). Une autre forme (*Mycogone perniciosa* Magnus) est constituée par des rameaux courts, terminés par de grosses spores bicellulaires ; la cellule terminale présente à maturité une membrane épaisse et échinulée et se colore en brun ; ce sont de véritables chlamydospores dont le rôle est d'assurer la conservation du parasite.

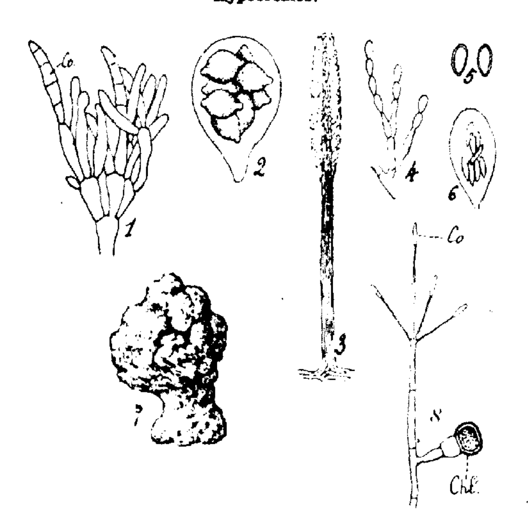
Traitement. — La culture du Champignon devient impossible dans les carrières infectées ; outre la destruction des môles dès leur apparition, il faut nettoyer complètement la carrière, remonter tous les fumiers et pulvériser copieusement une solution de lysol à 2 ou 2,5 p. 100.

Genre **Claviceps** Tulasne.

Dans ce genre, les périthèces sont enfoncés dans un stroma et serrés les uns contre les autres sur toute la périphérie de petites têtes arrondies de coloration pâle ; ces têtes sont portées par une tige plus ou moins longue, qui naît d'un

Planche LXIX

Hypocréales.



Melanospora damnosa. — 1. la forme conidienne. — 2. asque (d'après Berlese).

Melanospora stysanophora. — 3. la forme conidienne agrégée (*Stysanus*). — 4. stérigmate portant des chaines de conidies. — 5, conidies. — 6. asque (d'après Guéguen).

Hypomyces perniciosus. — 7. un champignon de couche déformé par la *môle.* — 8, la forme conidienne : Co., conidies (*Verticillium*) ; *Chl.*, chlamydospores.

sclérote volumineux (*ergot*). Les ascospores sont filiformes et disposées parallèlement dans les asques.

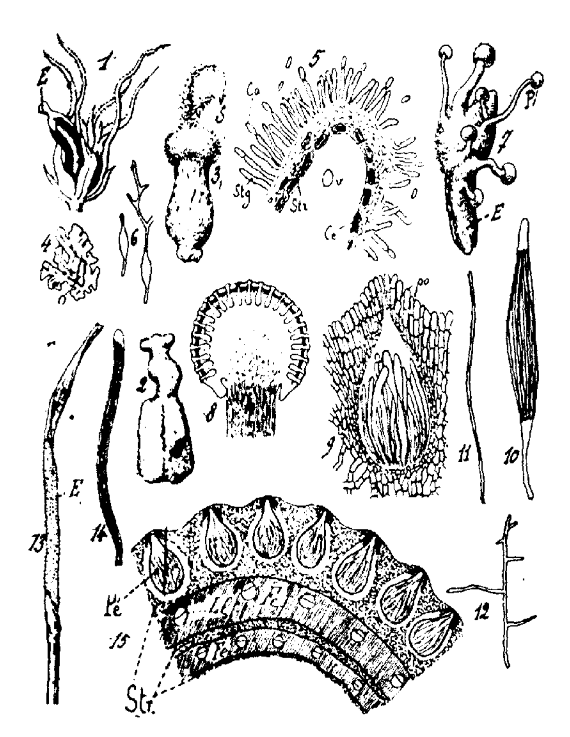
Claviceps purpurea (Fries) Tulasne (pl. LXX, fig. 1-12). — L'ergot se rencontre sur un grand nombre de Graminées sauvages (Ivraie, Dactyle, Vulpin, Flouve, *Glyceria*, etc.) et sur les Céréales ; il se développe assez rarement dans les épis du Blé, de l'Orge et de l'Avoine ; c'est sur le Seigle qu'on le trouve abondamment.

Les premiers symptômes de l'attaque consistent dans l'apparition d'un liquide visqueux, sucré, qui suinte des épis ; c'est le miélat du Seigle. A ce moment, si l'on écarte les enveloppes florales, on voit le jeune pistil recouvert d'un feutrage mycélien blanc qui en pénètre les parois et produit extérieurement des conidies (*Sphacelia segetum* Lév.). La surface de ce stroma lâche est inégale, sillonnée et couverte de stérigmates serrés les uns contre les autres en une sorte d'hyménium ; les conidies, ovoïdes et hyalines, nées au sommet des stérigmates, s'en détachent facilement et se répandent dans le liquide visqueux sécrété par les filaments du Champignon. Ces conidies germent très rapidement dans l'eau et forment parfois des spores secondaires ; leur rôle est de répandre la maladie sur les épis, où elles sont souvent apportées par des insectes attirés par la saveur sucrée du miélat.

L'action du parasite se manifeste par l'avortement du pistil à un stade de développement plus ou moins avancé suivant l'époque de l'infection. Pendant que l'évolution du *Sphacelia* s'achève, les filaments mycéliens les plus profonds se multiplient abondamment, se cloisonnent, épaississent fortement leurs membranes, tandis que des gouttelettes huileuses apparaissent dans leur contenu ; c'est l'ébauche de l'ergot, sclérote compact qui s'accroît par son sommet en restant comme coiffé par le *Sphacelia*. Celui-ci se dessèche peu à peu et finit par se détacher. En grossissant, l'ergot écarte les glumes et les glumelles, qu'il dépasse longuement ; c'est un organe allongé, à section un peu triangulaire, plus ou moins arqué et sillonné du côté concave. Sa surface est inégale et souvent fendillée ; sa coloration, d'un violet foncé, est due à une sorte d'écorce formée de filaments parallèles dont la

Planche LXX

Hypocréales.



Claviceps purpurea. — 1, un ergot *E.* dans une fleur de Seigle. — 2, sommet de l'ergot jeune (grossi). — 3, jeune pistil attaqué par la forme conidienne *S.* — 4, coupe de l'ovaire *O.* entouré de la forme conidienne. — 5, portion de la figure 4 très grossie : *Ov.*, cavité de l'ovaire ; *Ce.*, rangée de ses cellules externes conservées ; *Str.*, stroma ; *Stg.*, stérigmates ; *Co.*, conidies. — 6, germination des conidies. — 7, un ergot *E.*, portant la forme ascospore *P.* — 8, coupe de la forme ascospore. — 9, un périthèce isolé : *Po.*, son pore. — 10, asque. — 11, ascospore. — 12, germination d'une ascospore (d'après Tulasne, sauf fig. 6 et 12 d'après Kühn).

Epichloe typhina. — 13, la forme ascospore sur Houque laineuse. — 14, un asque. — 15, coupe de la forme ascospore : *Fe.*, deux gaines entourées par le stroma *Str.* du Champignon ; *Ll.*, faisceaux des gaines ; *Pé.*, périthèces.

paroi est restée mince. A l'intérieur, l'ergot est blanc et de consistance cornée. La forme et les dimensions varient d'ailleurs suivant la plante attaquée ; formé sur une Graminée à petites fleurs, l'ergot est plus petit que celui que porte une plante à grandes fleurs, comme les Céréales. Sur le Blé et l'Orge, où il est rare, le sclérote est trapu et beaucoup plus court que chez le Seigle ; il est très variable de forme sur les Avoines (Algérie).

Tulasne le premier a reconnu que l'ergot est capable d'un développement ultérieur et peut produire des périthèces au printemps suivant sa formation ; il est facile d'obtenir cette germination en enterrant légèrement les sclérotes et en les laissant à l'air. A la fin de l'hiver et au printemps, on voit la partie corticale se fendre sous la poussée de petits mamelons blanchâtres ; bientôt apparaissent des tiges cylindriques rougeâtres, qui peuvent atteindre 2 à 3 centimètres de longueur, puis se renflent à leur sommet en une tête arrondie couverte de points saillants régulièrement disposés ; ce sont les ostioles des périthèces. Les asques sont allongées, étroits, entourés de paraphyses linéaires ; ils contiennent huit ascospores filiformes, réunies en un faisceau, capables de germer dans les fleurs de Seigle et de reproduire la forme *Sphacelia* (Kühn).

Le *Claviceps purpurea* possède des formes spécialisées ; mais la forme du Seigle vit aussi sur des Graminées sauvages qui peuvent ainsi jouer un rôle dans la contamination.

Ajoutons que le Champignon se cultive facilement en reproduisant la forme conidienne.

Les dégâts causés aux cultures ne sont pas bien importants par eux-mêmes ; mais il en est autrement des conséquences que peut avoir pour l'homme et les animaux domestiques l'ingestion d'aliments contenant des débris d'ergot. Ce Champignon est vénéneux et agit par un alcaloïde, l'*ergotine*, qui, par son action constrictive sur les muscles lisses des artérioles, est employée en thérapeutique. La présence d'ergot dans le pain de Seigle produit une intoxication lente qui se traduit par la gangrène sèche et la chute des extrémités. Ces accidents sont heureusement devenus très rares en France ; mais autrefois ils étaient très fréquents dans les régions où le pain de

Seigle constituait le fond de la nourriture dans les campagnes.

Le bétail peut aussi avoir à souffrir de la présence d'ergots dans le Foin ; l'avortement des femelles est souvent une conséquence de cette intoxication.

Traitement. — 1° Séparer des grains et récolter soigneusement les ergots, qui seront brûlés ou vendus aux droguistes ;

2° Cultiver de préférence les variétés de Seigle tallant peu, dans lesquelles la floraison se fait en même temps pour tous les épis ce qui ne permet pas à la forme conidienne de se répandre successivement dans un très grand nombre de fleurs et diminue par conséquent la proportion de celles détruites par l'ergot.

Genre **Epichloe** (Fries) Tulasne.

Les *Epichloe* ont, comme les *Claviceps*, des périthèces enfoncés dans un stroma et des ascospores filiformes ; mais ils ne possèdent pas de sclérote, et leur stroma forme une gaine autour du chaume des Graminées.

Epichloe typhina (Pers.) Tul. (pl. LXX, fig. 13-15). — Cette espèce attaque un grand nombre de Graminées de prairies (Flouve, Dactyle, Houque, Fléole, etc.), dont elle entoure les gaines d'un revêtement stromatique blanc, puis jaune brillant. L'inflorescence ne peut se dégager de la gaine supérieure, qui reste soudée par le mycélium ; l'aspect caractéristique des plantes atteintes a fait donner à cette maladie le nom de *Quenouille des Graminées*.

Le mycélium envahit les gaines et les feuilles et pénètre jusqu'à l'intérieur du chaume ; il remplit d'un stroma toutes les lacunes et extérieurement forme une couche de pseudoparenchyme fructifère. Les fructifications conidiennes se montrent sous forme d'une poussière blanche (*Sphacelia typhina* Sacc.) ; les conidies sont très petites et naissent à l'extrémité de longs stérigmates serrés. Plus tard l'aspect change, la coloration devient d'un jaune d'or, et la surface du stroma prend une apparence granuleuse, due aux ostioles saillantes de très

nombreux périthèces enfoncés dans le tissu. Les asques contiennent huit ascospores filiformes.

Le grand développement de l'*Epichloe* peut causer des dommages dans les prairies, en empêchant la floraison des Graminées. Le foin contaminé a été accusé de provoquer des accès de toux chez le cheval.

Le seul traitement consiste à faucher prématurément la prairie avant la formation des périthèces.

Genre **Polystigma** Persoon.

Ce genre renferme des Champignons parasites des feuilles ; ils produisent des taches rouges ou jaunâtres, où le tissu du limbe est remplacé par un stroma creusé de spermogonies, puis de périthèces. Les ascospores sont elliptiques et hyalines.

Le **Polystigma rubrum** (Pers.) D. C. forme en été sur les feuilles du Prunier des taches rouges saillants à la face inférieure, où se voient les ostioles ponctiformes des fructifications. Pendant le cours de la végétation, ce sont des spermogonies [*Polystigmina rubra* (Bon.) Sacc.] à spermaties filiformes et courbées en crochet ; les périthèces se montrent sur les feuilles mortes et tombées. Les dégâts causés par ce Champignon sont peu importants.

Une espèce voisine, de coloration ocracée, *Polystigma ochraceum* (Wahlb.) Sacc., vit sur les feuilles du Cerisier et du *Prunus Padus*.

V. — PÉRISPORIALES

Les Périsporiales sont caractérisées par leurs périthèces clos, indéhiscents, ne mettant les ascospores en liberté que par leur désorganisation.

On les divise en plusieurs familles, dont l'une, très naturelle, celle des *Erysiphacées*, présente un grand intérêt en pathologie végétale. En outre, on y rattache généralement un ensemble assez mal défini de formes, comprenant en particulier les Champignons des Fumagines.

I. — ÉRYSIPHACÉES

Les Érysiphacées, parasites des plantes vivantes, recouvrent les feuilles, les jeunes rameaux et parfois les fruits d'un lacis mycélien blanc. Le mycélium est presque toujours purement superficiel ; les filaments, hyalins et rameux, rampent à la surface de l'organe atteint ; çà et là, ils s'appliquent étroitement sur l'épiderme à l'aide d'un petit renflement hémisphérique ou irrégulier, d'une sorte de crampon qui envoie dans l'intérieur de la cellule épidermique un prolongement renflé, globuleux ou ovoïde : c'est un véritable suçoir. Beaucoup plus rarement les filaments mycéliens eux-mêmes peuvent pénétrer la plante hospitalière (*Phyllactinia*, *Leveillula*).

Bientôt les taches mycéliennes blanches prennent un aspect farineux, dû à l'apparition de fructifications conidiennes. C'est de l'apparence spéciale et bien facile à reconnaître des plantes attaquées par les Érysiphacées que vient le nom de *blancs* généralement donné aux maladies causées par ces Champignons. La forme conidienne est du type *Oidium* et très caractéristique : elle consiste en rameaux dressés perpendiculairement sur le mycélium et terminés par une chaîne de grosses conidies hyalines. Ces formes conidiennes se ressemblent beaucoup chez des espèces différentes d'Erysiphacées et il est souvent impossible de déterminer sûrement l'espèce sur le seul examen de l'*Oidium*. Cependant on peut distinguer plusieurs modes de formation des conidies (Foëx). Ainsi chez l'*Erysiphe graminis* le conidiophore apparaît sous forme d'un renflement qui s'allonge à son sommet en une papille, puis en un tube bientôt isolé par une cloison basilaire ; le tube se divise en deux, puis en quatre cellules qui se différencient en conidies, tandis que le renflement s'allonge de nouveau en un tube qui, comme le premier, formera quatre conidies, et ainsi de suite. Ailleurs (divers *Sphærotheca* et *Erysiphe*) le jeune conidiophore est en tube dressé sur le mycélium, il se divise en deux cellules dont l'inférieure reste stérile, tandis que la seconde devient la cellule mère des conidies et isole successivement à sa partie supérieure des éléments bientôt différenciés en conidies. Enfin le

conidiophore peut être constitué par une file de cellules terminée par une conidie unique (*Phyllactinia*).

Les périthèces apparaissent au milieu du revêtement mycélien, qui tantôt disparaît plus ou moins complètement au moment de leur formation, tantôt persiste et forme un lacis entourant les périthèces. Leur surface porte des appendices d'aspect varié (droits, courbés ou ondulés, simples ou rameux) ; ce sont les *fulcres*, dont les caractères ont été utilisés pour la distinction des genres. Les asques contiennent de deux à huit spores ovales et hyalines ; leur nombre est variable dans le périthèce, qui peut n'en renfermer qu'un seul.

Ce sont souvent les périthèces qui permettent au Champignon d'hiverner ; c'est ce qui se produit quand, à la fin de saison, la production de ces organes est régulière et abondante (*Erysiphe graminis*, *Phyllactinia*, etc.). Dans d'autres cas les périthèces sont rares et ne se produisent que certaines années (Oïdium de la Vigne, du Chêne) ou même sont inconnus ; le Champignon se maintient alors d'une année à l'autre à l'état mycélien sur les rameaux (*Sphærotheca pannosa*) ou sur des feuilles persistantes (blanc du Fusain du Japon) ou plus souvent en hibernant dans les bourgeons (Oïdium de la Vigne, du Chêne, blanc du Pommier, etc.).

Les Erysiphacées qu'on rencontre sur de nombreuses plantes se présentent souvent avec des caractères morphologiques identiques ; mais ces parasites présentent des espèces biologiques spécialisés, comme on a pu le démontrer pour plusieurs espèces (*Erysiphe graminis*, *Polygoni*, etc.).

Sur les filaments mycéliens des Érysiphacées, on rencontre assez souvent de petits conceptacles de forme variable, généralement ovales, à paroi mince et remplis de petites spores oblongues ; quelques auteurs ont cru voir dans ces pycnides une forme de fructification de l'Érysiphée, mais de Bary a nettement montré qu'il n'en était rien et qu'il s'agissait d'un Champignon, le *Cicinnobolus Cesatii*, parasite de l'Érysiphacée, et dont les fins filaments pénètrent l'intérieur des cellules de l'*Oidium* (pl. LXXI, fig. 3).

L'analogie du mode de vie des diverses Érysiphacées a pour conséquence pratique l'uniformité des traitements qu'on doit

appliquer contre les diverses maladies que causent ces Champignons ; nous en parlerons après avoir rapidement décrit les espèces qui attaquent les plantes cultivées.

Genre **Sphærotheca** Léveillé.

Dans ce genre, l'asque est unique dans chaque périthèce ; les fulcres sont toujours simples, souvent peu distincts et se confondant avec les filaments mycéliens.

Sphærotheca Humuli (D. C.) Burr. (*S. Castagnei* Lév.) (pl. LXXI, fig. 2-4). — Ce blanc est très commun sur un grand nombre de plantes, notamment sur le Houblon. L'*Oidium* des Cucurbitacées (Melon, Citrouille, etc.) a été souvent rattaché à cette espèce ; mais d'autres Érysiphées, l'*Erysiphe Polygoni* par exemple, peuvent également attaquer ces plantes.

La forme *Oidium* du *Sph. Humuli* présente les caractères ordinaires des formes conidiennes des autres Érysiphées, dont on la distingue difficilement. Le mycélium disparaît assez rapidement, et on n'en voit que des débris au moment de la maturité des périthèces. Ceux-ci sont arrondis et munis d'un nombre variable de fulcres assez longs, hyalins ou plus ou moins brunâtres [var. *fuliginea* (Schlecht) Salm.]. L'asque est presque globuleux et contient huit ascospores.

Sphærotheca pannosa (Wallr.) Lév. — C'est à ce Champignon que sont dus les blancs du Pêcher et du Rosier, si fréquents dans les jardins. Sur les Rosiers, les feuilles, les jeunes rameaux et les boutons à fleurs se couvrent d'un épais revêtement blanc ; sur les Pêchers, les jeunes fruits sont aussi atteints. Les fructifications conidiennes (*Oidium leucoconium* Desm.) sont très abondantes, et les conidies restent longtemps attachées en chaînes. Quand elles cessent de se produire, le mycélium ne disparait pas, comme dans l'espèce précédente ; ses filaments s'épaississent et persistent. Ce fait se produit surtout sur les rameaux qui s'entourent d'une gaine feutrée blanchâtre dans laquelle peuvent se former des périthèces. Ceux-ci, qu'on observe rarement, ressemblent à ceux du *S. Humuli* ; leurs fulcres sont tortueux, d'un brun pâle.

Sphærotheca Mors-uvæ (Schw.) Berk. et Curt. — Ce blanc, qui attaque les *Ribes* aux États-Unis, a fait son apparition en Europe, d'abord en Russie (vers 1890), puis en Angleterre (1900), en Danemark, en Autriche, en Suède, en Allemagne, en Belgique, etc. ; en certains points il a pris une très grande extension et causé des dégâts importants dans les plantations de Groseilliers ; enfin il a été rencontré en 1913 en France dans la vallée de la Loire (Foëx) et depuis dans diverses autres localités.

Le *Sphærotheca Mors-uvæ* envahit les feuilles, les rameaux et les fruits de diverses espèces de Groseilliers (*Ribes nigrum*, *rubrum*, et surtout *Grossularia*), surtout des variétés européennes qui sont bien plus sensibles que les *Ribes* américains. Les dégâts sont très graves, car ils ne sont pas limités aux feuilles, mais s'étendent aux rameaux et aussi aux fruits qui souvent éclatent sous l'action du parasite comme les raisins attaqués par l'*Oidium* de la Vigne. Les fortes fumures azotées prédisposent à la maladie.

Par ses caractères microscopiques, le *Sphærotheca Mors-uvæ* se rapproche beaucoup des espèces précédentes ; le lacis mycélien est généralement très dense et persiste autour des périthèces sous forme de filaments bruns caractéristiques.

Genre **Podosphæra** Kunze.

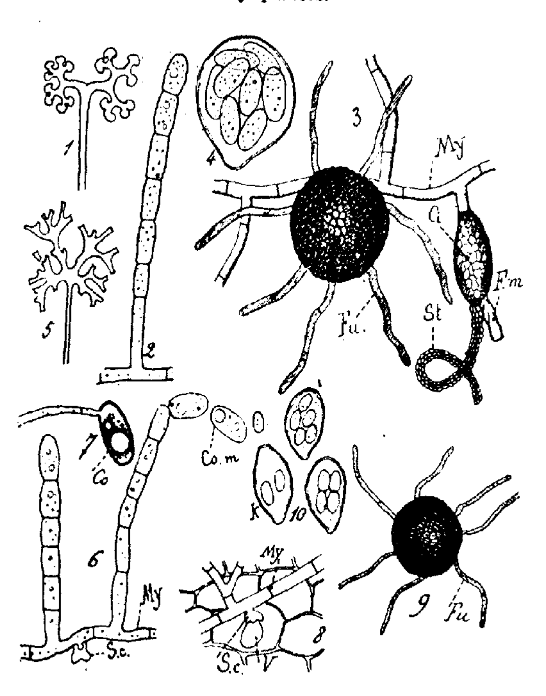
Ce genre est caractérisé par ses périthèces ne contenant qu'un seul asque comme les *Sphærotheca*, mais ornés de fulcres ramifiés dichotomiquement à leur sommet.

Podosphæra oxyacanthæ (D. C.) de Bary. — Ce blanc attaque surtout les plantes de la famille des Rosacées : Prunier, Cerisier, Aubépine, etc. L'*Oidium* est peu visible et disparaît rapidement. Les périthèces sont très petits et portent des fulcres raides, deux à quatre fois divisés à leur sommet en rameaux courts dont les extrémités sont dilatés ; ces fulcres sont généralement disposés sur la zone équatoriale du périthèce. L'asque unique, oblong ou presque globuleux, contient ordinairement huit spores.

Sur le Prunier, on trouve également une forme très voi-

Planche LXXI

Erysiphacées.



Podosphaera tridactyla. — 1, un fulcre.

Sphaerotheca Humuli. — 2, la forme conidienne. — 3, périthèce avec fulcre, *Fu.*, le mycélium *My.* porte une pycnide parasite, *Ci.*, du *Cicinnobolus Cesatii*; *F. m.*, partie terminale morte du filament parasité; *St.*, les stylospores du *Cicinnobolus* s'échappant en un fil. — 4, asque.

Microsphaera Grossulariae. — 5, un fulcre.

Erysiphe Polygoni. — 6, la forme conidienne: *My.*, mycélium; *Sc.*, suçoir; *Co.m.*, conidie mûre (détachée). — 7, germination d'une conidie. — 8, mycélium *My.*, portant un suçoir *Sc.*, muni d'une vésicule *V.* qui pénètre l'épiderme (d'après Prillieux). — 9, un périthèce. — 10, trois asques, dont l'un *K.*, expulse ses spores.

sine [*Podosphæra tridactyla* (Wallr.) de Bary] (pl. LXXI, fig. 1), regardée par Salmon comme une simple variété de la précédente, dont elle diffère par ses fulcres moins nombreux (quatre en général), à ramifications plus allongées et localisés à la partie supérieure du périthèce.

Podosphæra leucotricha (Ell. et Ev.) Salmon. — Ce Champignon attaque le Pommier et le Poirier et c'est à lui qu'il faut rapporter l'*Oidium* qui envahit fréquemment les jeunes rameaux et les couvre d'un abondant lacis blanc (blanc du Pommier). Ses périthèces n'ont été que rarement observés : les fulcres sont peu nombreux, allongés, souvent simples (comme dans les *Sphærotheca*), parfois présentant à leur sommet quelques ramifications à angle droit.

L'attaque est très précoce, visible dès l'ouverture des bourgeons qui se dessèchent, et parfois elle se montre aussi sur les fleurs qui sont déformés. Les rameaux sont souvent revêtus d'un épais manchon pulvérulent blanc, enfin les fruits eux-mêmes, au moins les poires, peuvent être envahis (Passy).

Cette Erysiphacée, dont les périthèces sont exceptionnels, se maintient par hibernation dans les bourgeons.

Genre **Microsphæra** Léveillé.

Les espèces de ce genre rappellent les *Podosphæra* par les ramifications de leurs fulcres, mais chaque périthèce contient toujours plusieurs asques renfermant chacun de deux à huit spores.

Les espèces indigènes, assez nombreuses, ne sont pas la cause de maladies bien graves, et nous nous contenterons de signaler les suivantes :

M. Grossulariæ (Wallr.) Lév. (pl. LXXI, fig. 5), sur les feuilles des *Ribes* : Groseillier, Cassissier ; la maladie causée par ce blanc est moins grave que celle due au *Sphærotheca Mors-uvæ* ;

M. Alni (Wallr.) Wint., sur les feuilles de l'Aune, des *Viburnum*, du Bouleau ; une variété (var. *Loniceræ*) croît sur les Chèvrefeuilles.

Mais c'est au même genre que se rapporte un parasite redoutable, très vraisemblablement introduit, le *Microsphæra alphitoides* Griff. et Maubl.

Microsphæra alphitoides Griff. et Maubl. [*M. quercina?* (Schw.) Burr.]. — Ce blanc, connu sous le nom de *blanc du Chêne*, a fait une apparition brusque en France, dans le cours de l'été de 1907, et s'est répandu abondamment surtout sur les jeunes repousses des taillis et des arbres d'émonde ; l'année suivante il était signalé non seulement dans toute la France, mais dans toute l'Europe occidentale et centrale ainsi que dans le nord de l'Afrique. Puis la maladie a continué sa progression vers l'est (Russie, Turquie, Asie Mineure), tandis qu'elle se montrait à Madère (1909) et dans l'Amérique du Sud (1912).

Le blanc du Chêne s'attaque à toutes les espèces de Chênes, mais tandis qu'il est rare et très peu nocif sur les formes américaines, il se montre très commun et dangereux sur les Chênes indigènes, surtout sur ceux à feuilles caduques (Chênes rouvre, pédonculé, tauzain, etc.). Il a de plus été observé sur le Hêtre et exceptionnellement sur le Châtaignier.

Le maladie est très facilement reconnaissable ; le Champignon recouvre les feuilles d'un épais feutrage blanc pulvérulent. Sur les grands arbres, l'attaque est limitée aux jeunes feuilles et en général peu grave ; dans les grands massifs forestiers, les arbres sont même en général presque indemnes et le Champignon ne prend guère de développement que sur les arbres de bordure. Il en est de même pour les Chênes isolés qui sont plus atteints que les massifs. Mais c'est surtout dans les pépinières, dans les taillis et sur les arbres d'émonde que le blanc du Chêne prend une grande extension et a causé des dégâts considérables ; les jeunes pousses nées sur la souche des taillis ou sur le tronc des Chênes émondés sont très violemment attaquées et fréquemment se dessèchent : si le fait se produit plusieurs fois de suite, on conçoit que les réserves s'épuisent et que la souche finisse par périr. On a ainsi observé, surtout dans l'ouest de la France, de nombreux cas de mort des arbres d'émonde ; il semble toutefois que l'invasion, qui a atteint son maximum en 1908, tend depuis lors à

diminuer, sans doute sous l'action des conditions défavorables au Champignon.

La forme conidienne (*Oidium alphitoides* Griff. et Maubl.) se reconnaît à ses conidiophores courts et trapus portant des conidies volumineuses, ventrues et très souvent en forme de tonnelet. Le mycélium présente généralement des épaississements irréguliers de la membrane, de nature callosique, dont le rôle n'est pas bien élucidé (rôle protecteur ou cicatrisation?) et envoie dans les cellules épidermiques de volumineux suçoirs ovoïdes.

Les périthèces ont été rencontrés pour la première fois dans le Gard par Arnaud en 1912 ; depuis ils ont été retrouvé, notamment dans la Drôme (Foëx), et aussi en Italie, en Allemagne, en Roumanie, en Tchéco-Slovaquie, etc... Ces périthèces sont volumineux et portent un grand nombre (15 à 40) de fulcres raides, assez courts et abondamment ramifiés à l'extrémité.

L'identité de cette espèce est contestée ; plusieurs auteurs la rattachent aux formes de l'Amérique du Nord [*Microsphæra quercina* (Schw.) Burr.] dont cependant elle diffère par plusieurs caractères qui paraissent constants et justifient sa séparation comme forme spéciale (*M. alphitoides* Griff. et Maubl.). En tout cas elle est certainement distincte du *Microsphæra Alni* et très probablement des rares formes rencontrées en Europe sur le Chêne avant 1907. Il y a tout lieu de croire que c'est une espèce exotique (américaine?) introduite ; la façon dont elle s'est développée, tout à fait comparable à celle de l'*Oidium* de la Vigne, vient d'ailleurs à l'appui de cette hypothèse.

Genre **Erysiphe** (D. C.) Léveillé.

Ce genre, l'un des plus nombreux de la famille, est caractérisé par ses périthèces contenant toujours plusieurs asques et par ses fulcres simples, analogues à ceux des *Sphærotheca*.

Erysiphe graminis D. C. (pl. LXXII, fig. 1-4). — C'est une espèce fréquente sur les Graminées des prairies et sur les Céréales, auxquelles elle peut causer quelques dommages. Elle produit sur les feuilles et les gaines des tache

épaisses, floconneuses, blanches au début, mais prenant rapidement une teinte grise ou roussâtre. L'Oïdium (*Oidium monilioides* Link) est abondant sur les feuilles vivantes ; le feutrage mycélien envoie dans les cellules épidermique des suçoirs d'aspect très particulier ; chaque suçoir est ovale et porte à ses deux extrémités un faisceau de prolongements filiformes, simples ou rameux. Sur le feutrage apparaissent des rameaux dressés, renflés en vésicule à la base et terminées par des chaînes cohérentes de conidies oblongues. Celles-ci germent rapidement, et le filament germinatif pénètre de suite dans une cellule épidermique, où il se renfle en suçoir ; puis il se ramifie à la surface de la plante (Wolff). Les périthèces se forment au milieu d'un lacis de filaments mycéliens persistants ; ils sont arrondis et portent des fulcres courts, peu visibles ; à l'automne, ils se détachent de la plante avec le mycélium qui les entoure, tombent sur le sol où ils achèvent leur maturité. Les asques ne sont mûrs qu'au printemps suivant : ils sont très nombreux dans chaque périthèce (quinze à vingt) et renferment chacun huit (rarement quatre) spores.

E. Marchal, puis Salmon ont montré que l'*Erysiphe graminis* possédait des formes identiques morphologiquement, mais spécialisées à des Graminées déterminées ; ce fait, qui se retrouve chez d'autres Érysiphées, est en tout comparable à ce qui se passe chez les Urédinées.

Erysiphe Polygoni D. C. (pl. LXXI, fig. 6-10). — C'est un parasite très commun sur un grand nombre de plantes ; il est souvent confondu avec les suivants sous le nom d'*E. communis*. L'*Erysiphe Polygoni* attaque notamment le Pois, les Trèfles, la Luzerne, la Tomate, le Sarrasin, les Cucurbitacées, etc.

La forme conidienne (*Oidium erysiphoides* Fr.) ne présente pas de caractères spéciaux. Les périthèces, qui apparaissent en groupes ou isolés sur les feuilles languissantes, sont petits et ornés de fulcres irréguliers, assez allongés, hyalins ou colorés en brun. Les asques sont peu nombreux à l'intérieur de chaque périthèce et renferment de deux à huit spores lliptiques.

Erysiphe Cichoracearum D. C. — Ce Champignon, voisin du précédent, attaque un grand nombre de plantes, notamment les Composées et les Borraginées. On le reconnait à ses asques ne contenant ordinairement que deux spores.

Erysiphe Galeopsidis D. C. — Ce Champignon, plus spécial aux Labiées, ne diffère du précédent que par ses suçoirs lobés au lieu d'être entiers.

Genre **Uncinula** Léveillé.

Les *Uncinula* se reconnaissent facilement à leurs fulcres simples ou fourchus, toujours courbés en crosse ou enroulés à leur extrémité ; les autres caractères sont ceux des *Erysiphe*.

Uncinula necator (Schw.) Burr. (*U. Americana* Berk. et Curt., *U. spiralis* Howe) (pl. LXXII, fig. 5-8). — C'est à ce Champignon qu'est dû l'*Oidium de la Vigne*, maladie d'origine américaine qui a fait son apparition en Angleterre en 1845 et s'est rapidement répandue en Europe ; en France, on l'a constatée pour la première fois en 1847, dans une serre des environs de Paris ; quelques années plus tard, tout le vignoble français était envahi.

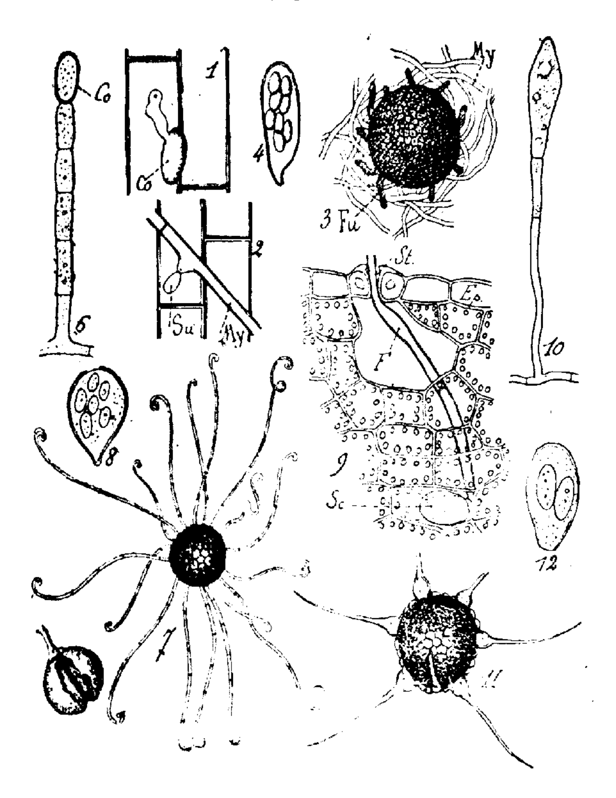
L'*Oidium* attaque les feuilles, les jeunes rameaux, les fleurs et les fruits de la Vigne ; il forme sur ces organes un revêtement gris, à odeur de moisi, constitué par un lacis mycélien analogue à celui des autres *Oidium*. Les cellules épidermiques sont tuées et noircissent ; ces lésions sont bien visibles surtout sur les rameaux qui, sous l'action du parasite, se couvrent de taches foncées et se dessèchent souvent à l'extrémité ; l'aoûtement se fait mal, et, au printemps suivant, le développement des pieds fortement atteints reste chétif.

Les feuilles adultes sont atteintes sur les deux faces, brunissent et deviennent cassantes. Sur les feuilles jeunes, l'arrêt de développement des portions couvertes du Champignon peut amener des déformations du limbe.

Mais c'est sur les grains que l'*Oidium* cause le plus de dégâts ; ils peuvent être attaqués à tout âge. L'envahissement des fleurs et des jeunes fruits en produit la dessiccation et la coulure. Atteints à un stade plus avancé, les raisins peuvent con-

Planche LXXII

Erysiphacées.



Erysiphe graminis. — 1, germination d'une conidie *Co.*, sur une feuille. — 2, le mycélium *My.*, à la surface de la feuille ; *Su.*, suçoir. — 3, un périthèce avec ses fulcres *Fu.*, au milieu du mycélium persistant, *My.* — 4, asque.

Uncinula necator. — 5, grain de raisin envahi et fendu par l'*Oidium.* — 6, un conidiophore (*Oidium*). — 7, périthèce. — 8, asque.

Phyllactinia corylea. — 9, un filament mycelien *F.* pénétrant par un stomate *St.*, et se terminant par un suçoir *Su.*, dans une cellule du parenchyme (d'après Salmon). — 10, la forme conidienne. — 11, périthèce (les deux fulcres du haut ne sont figurés qu'en partie). — 12, asque.

tinuer à croître ; mais, sous les taches mycéliennes, la cuticule durcit sans suivre le développement des autres parties ; aussi souvent la peau se fend plus ou moins profondément. Les fruits ainsi fendus pourrissent facilement.

Les fructifications conidiennes (*Oidium Tuckeri* Berk.)sont très semblables à celles des autres Érysiphées ; les conidies se détachent facilement et ne forment jamais de longs chapelets. Elles germent très rapidement et propagent la maladie. En Europe, les périthèces sont rares, tandis qu'en Amérique, ils se produisent régulièrement. En France, c'est en 1892 seulement que Couderc les a observés pour la première fois, établissant ainsi de façon certaine l'identité de l'*Oidium* de nos régions avec la maladie américaine. Ces périthèces ne paraissent se produire qu'après les étés chauds ; dans les serres, ils semblent plus fréquents qu'à l'air libre. Ils sont très petits, peu visibles et ornés de longs fulcres bruns à la base, enroulés en crosse à leur sommet. Les asques, peu nombreux dans chaque périthèce (quatre à six), renferment chacun de six à sept spores.

Bien que les périthèces soient peut-être en Europe moins rares qu'on pense (ils passent facilement inaperçus), il est certain qu'ils ne jouent pas un rôle prépondérant dans la conservation d'une année à l'autre.

L'hibernation se fait, en effet, dans les bourgeons d'après les observations de nombreux auteurs (Istvanffi, Peglion, etc.).

Les autres *Uncinula* ne présentent pas un grand intérêt pratique ; citons seulement les suivantes :

Uncinula Salicis (D. C.) Wint, sur les feuilles des Saules et des Peupliers ;

Uncinula Aceris (D. C.) Sacc., fréquent sur les Érables ;

Uncinula clandestina (Biv. Bern.) Sch., sur les Ormes.

Genre **Leveillula** Arnaud.

Dans ce genre les périthèces ont une grande analogie avec ceux des *Erysiphe ;* mais le mycélium n'est pas purement superficiel, il pénètre dans les tissus de la feuille par les stomates (Salmon, R. Maire), s'y ramifie et envoie des suçoirs

globuleux dans les cellules. Ce mycélium est particulièrement abondant dans les chambres sous-stomatiques et c'est de là que partent des filaments fertiles, dressés au-dessus des stomates et terminés par une grosse conidie ovoïde ou piriforme ; à leur sommet se différencient ensuite plusieurs conidies de forme assez variable.

Ce genre ne comprend que l'espèce suivante :

Leveillula taurica (Lév.) Arnaud. — Sous sa forme conidienne (*Oidiopsis*), ce blanc est assez répandu dans certaines régions, notamment dans le sud-est, sur un très grand nombre de plantes sauvages ; il cause des dommages appréciables aux cultures de Sainfoin (Foëx).

Les périthèces sont volumineux, noirs, à fulcres filamenteux : les asques renferment deux spores ovales.

Genre **Phyllactinia** Palla.

Phyllactinia corylea (Pers.) Karst. [P. *suffulta* (Reb.) Sacc.] (pl. LXXII, fig. 9-12). — Cette espèce, la seule du genre, est fréquente sur les feuilles des arbres, des arbrisseaux et même de quelques plantes herbacées ; on la trouve abondamment sur le Bouleau, le Charme, etc., et surtout sur le Frêne et le Coudrier.

Le mycélium forme sur les feuilles un lacis en général peu apparent ; les filaments, au lieu de porter directement des suçoirs comme les autres Érysiphées, envoient à travers les stomates des rameaux qui restent courts et se terminent par un suçoir enfoncé dans une cellule du tissu lacuneux. Les conidies sont très distinctes de celles des autres *Oidium*, si bien qu'on avait créé pour elles un genre particulier(*Ovulariopsis*) ; leur forme est celle d'une large massue attachée par son extrémité atténuée au sommet du conidiophore ; de plus, ce dernier ne produit qu'une seule spore. Le plus souvent, ce stade conidien est de courte durée et les périthèces se forment de bonne heure. Ces derniers sont volumineux et portent des fulcres raides renflés à la base en une vésicule caractéristique ; ils renferment un nombre variable d'asques contenant chacun normalement deux ascospores.

Le sommet du périthèce, opposé à la face reliée au feutrage mycélien, porte une touffe d'appendices courts, hyalins, terminés par un bouquet de rameaux grêles et gélifiés. Cette touffe, visible à la loupe sous forme d'un petit point blanc, sert à fixer sur des feuilles les périthèces qui se détachent facilement (grâce aux mouvements des fulcres sous l'action de la sécheresse et de l'humidité) et tombent en grande quantité sous les arbres atteints.

Erysiphacées imparfaitement connues.

Sur certaines plantes, on rencontre des blancs qui entrent certainement dans le cycle de développement d'Érysiphacées, mais qui n'ont pu être spécifiées, les périthèces, indispensables pour une détermination précise, étant restés introuvables jusqu'à ce jour.

Parmi ces maladies, citons les *Oidium* qui s'attaquent au Fraisier, au Chrysanthème, au Chou, au Tabac, etc., et surtout les suivants :

Oidium Evonymi-Japonici (Arc.) Sacc. — Le blanc du Fusain du Japon, aujourd'hui très fréquent dans les jardins, paraît être originaire d'Extrême-Orient : on ne le connaît que sous la forme conidienne, mais il est vraisemblable qu'il se rattache à une espèce du genre *Microsphæra*. Il produit sur les feuilles des taches qui, constituées par un lacis mycélien très dense, peuvent persister pendant l'hiver et se couvrir de fructifications dès que les conditions favorables de température et d'humidité se trouvent réalisées. Dans ces taches persistantes les filaments mycéliens présentent des épaississements de la membrane analogues à ceux qu'on rencontre chez le blanc du Chêne (E. Foëx)

Oidium de la Pomme de terre. — Depuis quelques années un *Oidium* a été signalé en plusieurs points (Sud-ouest, Bretagne, environs de Paris) sur la Pomme de terre et paraît avoir tendance à se répandre. Ducomet, qui a observé des périthèces jeunes, pense qu'il s'agit d'*Erysiphe*, peut-être de l'*E. Cichoracearum*.

Oidium de la Betterave. — Crépin a trouvé sur Bette-

raves à Grignon un *Oidium* formant un léger feutrage sur les feuilles et portant des conidiophores allongés à une conidie presque cylindrique. Il paraît distinct d'une forme déjà signalée en Bohême par Vanha sous le nom de *Microsphæra Betæ*.

Traitement des maladies causées par les Erysiphacées.

La localisation du parasite à la surface des organes permet de l'atteindre facilement, et on conçoit que les traitements puissent être curatifs, au moins quand ils ont été pratiqués de bonne heure. Duchartre montra que le soufre répandu à la surface des feuilles de la Vigne couvertes d'*Oidium* constituait un remède efficace. On doit pratiquer plusieurs soufrages successifs, quand les jeunes pousses ont environ 10 centimètres de long, au moment de la floraison, et un peu avant la véraison. Dans les cas d'invasion grave, ces trois traitements sont insuffisants; et il faut pratiquer des soufrages supplémentaires.

Les soufrages sont efficaces contre tous les blancs, mais ils présentent des inconvénients qui les rendent souvent insuffisants ; outre que son adhérence est presque nulle, le soufre n'agit que quand la température est assez élevée pour en provoquer l'oxydation et amener le dégagement de gaz sulfureux ; par contre, si la température s'élève trop, il peut en résulter des brûlures des feuilles et des fruits. De plus, quand l'*Oidium* forme à la surface des feuilles une couche épaisse (Rosier, Fusain du Japon, Chêne, etc.), les conidies de la surface sont seules tuées ; le traitement est insuffisant.

Pour obvier à ces inconvénients, on a cherché des corps plus actifs, mais, si quelques-uns ont donné de bons résultats, ils ne paraissent pas nettement supérieurs au soufre. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec les bouillies sulfo-calciques, les polysulfures alcalins (2 à 4 p. 1000) et le permanganate de potasse (150 grammes pour 100 litres d'eau). Rappelons aussi les bouillies soufrées, par lesquelles on a cherché à combiner le traitement de l'*Oidium* et celui du Mildiou.

Ajoutons que certaines plantes sont particulièrement sen-

sibles à l'action du soufre et des polysulfures ; c'est le cas des Groseilliers dont certaines variétés ont tant à souffrir de ces traitements que l'application en est presque impossible : c'est là une grosse difficulté dans la lutte contre le *Sphærotheca Mors-uvæ*. D'après de Jaczewski, les meilleurs résultats s'obtiennent avec l'azurine (mélange d'ammoniaque et de sulfate de cuivre à 0,3 p. 100 ou la soude du commerce (3 grammes par litre).

Contre l'*Oidium* de la Vigne, l'utilité des traitements d'hiver a été souvent contestée ; cependant il serait possible d'atteindre le mycélium hivernant par des badigeonnages comme l'a proposé Istvanffi (solution de bisulfite de chaux). Une pulvérisation avec une solution à 3 p. 100 de sulfate de fer est également recommandée comme traitement d'hiver contre le *Sphærotheca Mors-uvæ*.

Enfin la taille des rameaux atteints, effectuée rigoureusement et le plus tôt possible, s'impose pour les espèces qui hivernent dans les bourgeons comme les blancs du Groseillier et du Pommier.

II. — PÉRISPORIÉES

Nous réunissons sous ce nom toute une série de Champignons formant un groupe hétérogène et présentant comme caractère commun l'absence d'un pore bien formé au sommet des périthèces. Mais ce caractère ne semble pas d'une grande valeur systématique et bien des espèces présentent un pore rudimentaire, parfois indiqué sous forme d'une petite papille.

Quoi qu'il en soit, on range dans les Périsporiées des formes qui diffèrent des Érysiphacées par l'absence d'*Oidium* et par la coloration brune que présentent le mycélium et souvent les ascospores. Ce sont des Champignons surtout répandus dans les régions chaudes où l'on rencontre toute une série de parasites ayant un mode de vie tout à fait analogue à celui des Érysiphées (*Meliola*, etc...) ; on peut y rattacher le genre *Thielavia* et aussi les Champignons des Fumagines.

Genre **Thielavia** Zopf.

Thielavia basicola Zopf. (pl. LXXIII, fig. 1-5). — Ce Champignon se développe au collet et sur les racines d'un certain nombre de plantes : Pois, Lupin, *Senecio elegans*, Tabac, *Begonia*, *Cyclamen*, *Violette*; etc. Il amène le brunissement du pivot et du collet, dont les cellules jusqu'au bois sont pénétrées par le mycélium ; toute la partie atteinte se ramollit, se désorganise, de sorte qu'en essayant d'arracher la plante on la brise à la base.

Les fructifications se montrent à la surface des parties malades ; elles sont de plusieurs sortes : d'abord de petites conidies ovoïdes, hyalines, se forment en court chapelet à l'intérieur d'un tube ouvert, d'où elles sont successivement expulsées. Plus tard, le même mycélium donne naissance à des chlamydospores brunes, très abondantes, qui couvrent toute la base de la plante d'un revêtement noir ; ces spores forment de courtes chaînes (trois à six), à l'extrémité d'un support trapu et incolore ; l'ensemble rappelle un peu une téleutospore de *Phragmidium ;* mais à maturité les chlamydospores se séparent les unes des autres.

Les périthèces sont plus rares et apparaissent comme de petits points noirs au milieu des chlamydospores ; les asques sont ovoïdes et contiennent huit ascospores brunes en forme de citron.

Traitement. — Le seul connu est la destruction des plantes malades.

Fumagines.

On voit souvent les feuilles des plantes, surtout celles des arbres et des arbustes, couvertes d'un enduit noir, compact, ressemblant à un dépôt de charbon et désigné sous les noms de *Fumagine* ou de *Noir*. Cette croûte est constituée par le mycélium et les fructifications de Champignons complètement extérieurs à la plante qui vivent dans des matières sucrées à la surface des feuilles. Ces substances peuvent avoir plusieurs origines :

dans certains cas, elles sont produites par la plante elle-même, c'est le *miélat* ou la *miellée*, que les feuilles de quelques arbres (Tilleul, Érable, etc.) exsudent parfois en abondance au moment des grandes chaleurs, surtout pendant les nuits fraîches succédant à des journées chaudes et sèches. Mais plus souvent la matière sucrée qui recouvre les feuilles et les rameaux est due à la sécrétion d'insectes, pucerons ou cochenilles ; dans ce cas, c'est surtout pendant le jour qu'elle se forme. Mais, quelle que soit l'origine de la sécrétion, le Champignon est toujours extérieur à la plante ; il est cependant nuisible en recouvrant une grande partie du système foliaire et entravant le fonctionnement normal de la feuille, respiration et assimilation chlorophyllienne ; cette action, qui fut démontrée expérimentalement par Nicolas, vient s'ajouter aux dégâts causés directement par les insectes dans le cas où le miélat n'est pas produit directement par la plante.

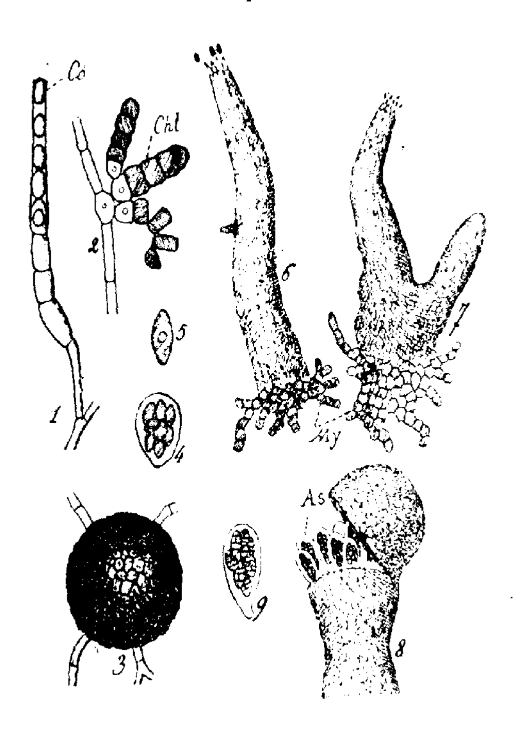
Les Champignons des Fumagines appartiennent à plusieurs espèces, mais ils sont assez mal connus ; leur polymorphisme, le grand nombre des formes conidiennes, pycnides et spermogonies, qu'ils possèdent, la rareté des périthèces en rendent l'étude particulièrement difficile, d'autant qu'on a très souvent séparé les espèces en se basant seulement sur la plante infectée, alors qu'il semble que ce soit la nature de la sécrétion, et par suite de l'insecte, qui détermine l'apparition de telle ou telle forme de fumagine.

Ils sont toujours constitués par un feutrage mycélien superficiel produisant diverses conidies, des spermogonies et des pycnides souvent allongées en forme de corne, enfin des périthèces. Ces derniers sont tantôt portés par un pied trapu (*Capnodium*), tantôt arrondis et libres, parfois couverts de soies raides (*Morfea*) ; ils s'ouvrent par gélification de la partie supérieure de la paroi. Les ascospores sont variables, généralement brunes et cloisonnées.

Arnaud regarde les Champignons des Fumagines comme de simples formes anormales de Sphériacées appartenant aux genres *Pleosporia*, *Teichospora*, etc., modifiées par le mode de vie. Il est certain que les Champignons des Fumagines ont de grandes affinités avec les Sphériacées et que leur classement

Planche LXXIII

Périsporiées.



Thielavia basicola. — 1. la forme conidienne. — 2. rameaux portant des chapelets de chlamydospores *Chl.* — 3, un périthèce. — 4, asque. — 5. ascospore.

Capnodium salicinum. — 6, pycnide émettant des stylospores. — 7, spermogonie ramifiée : ***My.***, mycelium noir, bourgeonnant. — 8, un périthèce s'ouvrant par une fente transversale. — 9, asque.

parmi les Périsporiacées ne se justifie guère. Nous les y maintenons cependant en attendant qu'une classification vraiment naturelle des Pyrénomycètes ait été établie.

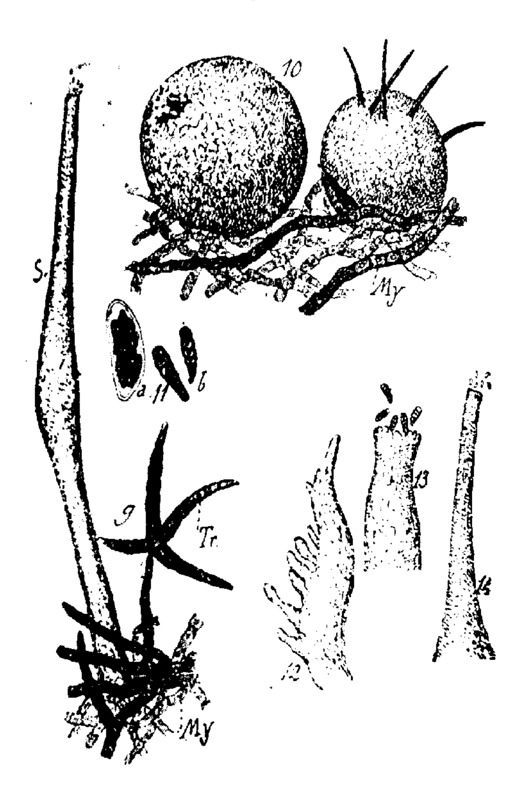
Ajoutons qu'Arnaud a observé chez certaines espèces des corpuscules à filaments fortement gélifiés, analogues à ceux qui ont été décrits sous le nom de *Seuratia* ; il les considère comme des modifications tératologiques des *Capnodium*.

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail des formes connues de Fumagine et nous ne ferons que décrire rapidement quelques unes d'entre elles appartenant aux genres *Capnodium* et *Morfea* (*Limacinia*).

Capnodium salicinum Mont. (pl. LXXIII, fig. 6-8). — Cette espèce est fréquente sur les Saules et probablement sur bien d'autres plantes. Le revêtement est formé d'une mince pellicule de filaments grêles, hyalins, à articles globuleux, dont la membrane est gélifiée ; cette couche permet l'adhérence de filaments bruns, très irréguliers, qui forment un lacis épais. Ces filaments produisent des formes conidiennes de diverses sortes, soit simplement en se cloisonnant et isolant des articles arrondis (*Torula*), soit en produisant des amas pluricellulaires, des sortes de bourgeons (*Coniothecium*) ; ailleurs, des rameaux se dressent perpendiculairement au support et se terminent par de petites conidies simples ou cloisonnées (*Cladosporium*), ou bien par de grosses conidies en forme d'étoile à trois branches (*Triposporium*). Outre ces nombreuses formes conidiennes, le Champignon produit aussi des spermogonies et des pycnides, organes volumineux en forme de corne dressée, amincie au sommet par où se fait l'expulsion des spores ; les spermaties sont petites, hyalines, les stylospores brunes et cloisonnées. Enfin, plus rarement, on trouve des périthèces contenant des asques à six ou huit ascospores brunes, munies de trois cloisons transversales et de cloisons longitudinales. Souvent, dans les préparations, les périthèces paraissent s'ouvrir par une fente transversale ou par des déchirures terminales disposées en étoile ; mais c'est là un accident dû à l'éclatement des périthèces sous la pression de la lamelle ; en réalité, ces périthèces s'ouvrent par gélification de leur sommet (Arnaud).

PLANCHE LXXIV

Périsporiées.



Morfea Citri. — 9, spermogonie émettant ses spermaties : *My*., mycélium ; *Tr*., une conidie de type *Triposporium*. — 10, périthèces dont l'un est hérissé de soies. — 11, *a*, asques ; *b*, ascospores.

Capnodium* (?) *quercinum. — 12, une spermogonie ramifiée. — 13, extrémité d'une pycnide émettant ses spores. — 14, extrémité d'une spermogonie.

D'autres espèces sont voisines du *Capnodium salicinum* ; telles sont les suivantes :

Capnodium Tiliæ Fuck., espèce observée sur le Tilleul et reconnaissable, d'après Fuckel, à ses asques contenant seize spores brunes.

Capnodium meridionale Arn., sur diverses plantes (Aurantiacées, Chênes, Cistes, etc.) ; les ascospores ont la forme d'une massue, elles sont triseptées, contractées au milieu, brunes.

Capnodium Oleæ Arn. sur Olivier, distinct du précédent par ses ascospores elliptiques.

Morfea Citri (Br. et Pass.) [*Limacinia Citri* Sacc., *L. Camelliæ* (Catt.) Sacc.] (pl. LXXIV, fig. 9-11). — Cette Fumagine se montre sur les feuilles et les jeunes rameaux des Orangers, des Citronniers, des *Camellia*, du Laurier Tin, des *Laurus*, *Nerium*, etc., sur lesquels elle suit toujours les attaques des Chermes. Outre plusieurs formes conidiennes on trouve de longues spermogonies affilées au sommet et des pycnides arrondies. Les périthèces sont de même forme que les pycnides, mais plus gros, et contiennent des ascospores brunes, allongées, munies de plusieurs cloisons transversales. La surface de ces périthèces est tantôt lisse, tantôt ornée de pointes raides, et quelques auteurs avaient cru devoir créer plusieurs espèces d'après ce caractère ; mais, comme on trouve des intermédiaires entre les divers aspects de ces organes, il est plus rationnel de réunir toutes ces formes en une seule espèce.

Fumagines incomplètement connues. — Sur un grand nombre de plantes cultivées, Vigne, Houblon, Mûrier, Artichaut, etc., on trouve des Fumagines dont les périthèces n'ont pas encore été trouvés et qui paraissent se rapprocher beaucoup du *Capnodium salicinum*.

La Fumagine de l'Olivier (*Antennaria elæophila* Mont.) est aussi voisine de celle du Saule ; elle est fréquente et suit toujours les attaques des Cochenilles ; peut-être faut-il la rattacher au *Capnodium Oleæ* Arn. Sur les Chênes on trouve une Fumagine reconnaissable à ses grands conceptacles irrégulièrement ramifiés (pl. LXXIV, fig. 12-14) ; ce sont des pycnides et des

spermogonies d'une espèce incomplètement connue, le *Capnodium* (?) *quercinum* (Cers.) Berk. et Desm.

Traitement des Fumagines. — Il comporte deux indications : lutter contre les insectes et arrêter le développement du Champignon.

Un émondage rationnel, avec enlèvement des rameaux les plus atteints, et suivi de la destruction par le feu de tous les débris, gênera le développement du Champignon en aérant l'arbre et permettra l'application plus facile des insecticides.

La destruction des Cochenilles et des Pucerons sort de notre cadre ; elle est d'ailleurs souvent difficile. L'addition de sulfate de cuivre aux insecticides ne suffit pas pour combattre le Champignon, dont les filaments fortements épaissis résistent facilement aux poisons. D'autre part, dans le cas de miellée sécrétée directement par la plante, les insecticides sont inutiles, et on a à lutter directement contre les Champignons. Les lavages des feuilles à l'eau pure entraînent mécaniquement les croûtes mycéliennes et ont donné des résultats encourageants (Ducomet) ; on peut les faire suivre d'un traitement cuprique, qui, dans ce cas, peut être efficace contre la germination des conidies.

CHAPITRE V

CHAMPIGNONS IMPARFAITS

Sous le nom de Champignons imparfaits (*Fungi imperfecti*), ou Deutéromycètes, on range les très nombreux Champignons dont le développement complet n'est pas connu et dont la forme parfaite (asque ou baside) n'a pas été observée ; ce sont, semble-t-il, presque exclusivement des Ascomycètes, et surtout des Sphériacées, si l'on en juge par l'analogie qu'ils ont avec les formes conidiennes des espèces de ce groupe. Les Champignons imparfaits constituent un groupement provisoire destiné, sinon à disparaître, du moins à diminuer d'importance à mesure qu'on connaîtra mieux leur développement.

Les Champignons imparfaits ont été répartis dans les groupes suivants, d'une façon assez arbitraire, il est vrai, car il existe des formes intermédiaires d'un classement difficile :

1° Les *Hyphomycètes*, comprenant les formes conidiennes proprement dites, produisant librement leurs conidies ;

2° Les *Mélanconiées*, constituées par un stroma aplati, d'abord intérieur à la plante, puis libre par déchirure de la cuticule ou de l'épiderme et produisant alors des conidies à l'extrémité de stérigmates serrés qui tapissent la face externe du stroma ;

3° Les *Sphéropsidées* : ce sont les formes pycnide et spermogonie, produisant leurs conidies à l'intérieur d'un conceptacle ;

4° Enfin les *formes stériles*, chez lesquelles on ne connaît aucune fructification.

I. — HYPHOMYCÈTES

Les Hyphomycètes, dont nous avons déjà rencontré nombre d'exemples au cours de l'étude des Ascomycètes (*Botrytis*, *Monilia*, *Ramularia*, etc.), sont le plus souvent classés en trois groupes :

1° Les *Hyphomycètes proprement dits*, caractérisés par leurs conidiophores libres et isolés les uns des autres; dans ce groupe, on distingue ordinairement les *Mucédinées*, à conidiophores et conidies incolores, et les *Dématiées*, à conidiophores et conidies plus ou moins fortement colorés ;

2° Les *Stilbées*, à conidiophores agrégés en colonnettes dressées ;

3° Les *Tuberculariées*, dont le mycélium s'agrège en petites masses stromatiques superficielles, couvertes de conidiophores.

Cette classification a rendu des services en mettant un peu d'ordre au milieu de formes très nombreuses, mais elle s'appuie sur des caractères si artificiels qu'elle éloigne des Champignons ayant une grande affinité et que la même espèce peut, suivant les variations qu'elle présente, être rangée dans l'une ou l'autre des divisions ainsi établies.

Aussi laisserons-nous de côté cette classification, inutile ici, car les formes parasites appartiennent à un petit nombre de genres, presque toutes à des Hyphomycètes vrais.

Genre **Ramularia** (Unger) Saccardo.

Les *Ramularia* sont presque toujours des parasites produisant sur les feuilles de petites taches, en général, sans grande importance. Les conidiophores sont hyalins, simples ou peu rameux, et portent des conidies cylindriques, incolores, munies à maturité d'une ou plusieurs cloisons transversales ; très souvent ces conidies bourgeonnent à leur sommet en produisant de courtes chaines de spores secondaires.

Les *Ramularia* constituent des stades conidiens de Sphériacées et, parmi ceux dont la forme parfaite est connue, beaucoup appartiennent au genre *Sphærella* (*Sphærella Fragariæ* par ex.)

Ramularia Cynaræ Sacc. — Ce Champignon n'est pas rare sur les feuilles des Artichauts, qu'il couvre de taches grisâtres, souvent très nombreuses et confluentes en plaques irrégulières. Les fructifications, visibles sous la forme d'une moisissure blanchâtre, sont formées par des bouquets de conidiophores sortant des stomates ; les conidies sont cylindriques, simples ou uniseptées.

Ramularia beticola Fautr. et Lamb. (*R. Betæ* Rostr.). — Ce parasite paraît assez répandu sur les feuilles de la Betterave, mais il est souvent confondu avec le *Cercospora beticola*. Il forme des taches assez grandes, pâles, puis brunes, entourées d'une large bordure plus foncée ; le centre se couvre rapidement d'un velouté blanc formé par les conidiophores. Les caractères microscopiques rappellent ceux de l'espèce précédente.

Citons encore le *Ramularia lactea* (Desm.) Sacc., qui produit des taches blanches sur les feuilles des Violettes, le *Ramularia Primulæ* Thum., sur les Primevères, etc.

Genre **Verticillium** Nees.

Dans ce genre, composé presque uniquement de saprophytes, le mycélium produit des rameaux dressés, hyalins, qui portent des verticilles de stérigmates effilés, terminés par de petites conidies. Ces dernières se détachent au fur et à mesure de leur formation chez les *Verticillium* typiques, alors que, dans un type très voisin (*Acrostalagmus*) elles restent groupées en petits amas, réunies par du mucilage.

Seule, l'espèce suivante nous intéresse ici.

Verticillium albo-atrum Reinke et Berthold. — Ce Champignon a été signalé sur diverses plantes herbacées ou ligneuses, mais c'est sur la Tomate et surtout sur la Pomme de terre qu'il a été étudié. Son mycélium est localisé dans les vaisseaux du bois et son action se traduit par une interruption plus ou moins complète de la circulation de la sève ascendante. L'attaque, surtout pendant les périodes chaudes, se manifeste par l'apparition sur les feuilles de taches brunes, entourées d'une bordure jaune, souvent localisées sur une moitié longitudinale du limbe ; la feuille finit par se flétrir complètement et on peut parfois, mais assez rarement, observer sur les nervures des petites touffes de fructifications.

Le parasite semble hiverner dans les tubercules de Pomme de terre dont il brunit les faisceaux ligneux.

Traitement. — Planter des tubercules sains ; la désinfection des semences par la chaleur (45°) a donné des résultats encourageants.

Genre **Cycloconium** Castagne.

Cycloconium oleaginum Cast. — Ce Champignon, très bien étudié par Boyer, produit fréquemment sur les feuilles des Oliviers des taches arrondies, grises ou brunes, un peu plus foncées sur les bords ; il envahit quelquefois aussi le pédicelle des fruits. L'organisation du *Cycloconium* rappelle celle de *Fusicladium* (1) ; le mycélium est localisé dans l'épaisseur de la cuticule de la face supérieure de la feuille ; il est constitué par des filaments très irréguliers, ramifiés dichotomiquement et rayonnant à partir du centre de la tache. Les conidies naissent à l'extrémité de filaments qui se dressent, percent la cuticule et se renflent extérieurement à l'épiderme en une vésicule arrondie, qui sert de support à la conidie ; celle-ci est colorée en jaune verdâtre, arrondie à la base, amincie au sommet et munie d'une cloison transversale.

En culture, Petri a obtenu des chlamydospores et pu isoler des diastases qui, attaquant les substances pectiques et grasses, permettent la nutrition du Champignon et sa progression dans la cuticule. Dans les variétés cultivées, la cuticule de l'Olivier est plus riche en matières pectiques que celle des formes sauvages ; elle est aussi moins fortement cuticularisée, ce qui explique une sensibilité plus grande à l'attaque du *Cycloconium*.

Ce Champignon est capable de se développer à basse température (+ 2°) et ainsi peut poursuivre son évolution pendant les hivers doux des régions méridionales

Les traitements cupriques sont efficaces pour empêcher la germination des spores du *Cycloconium*.

Genre **Scolecothricum** Kunze et Sch.

Les *Scolecotrichum* sont voisins des *Fusicladium* dont ils diffèrent surtout par le mycélium profond, non sous-cuticulaire ; les conidies, brunes et bicellulaires à maturité, naissent

(1) Voir page 255.

sur des conidiophores dressés, souvent verruqueux à l'extrémité.

Le *Scolecothricum graminis* Fuck. est commun sur les feuilles des Graminées sauvages, sur lesquelles il produit des taches allongées, jaunâtres ; une forme très voisine (var. *Avenæ* Eriks.) se développe sur l'Avoine.

Genre **Cladosporium** Link.

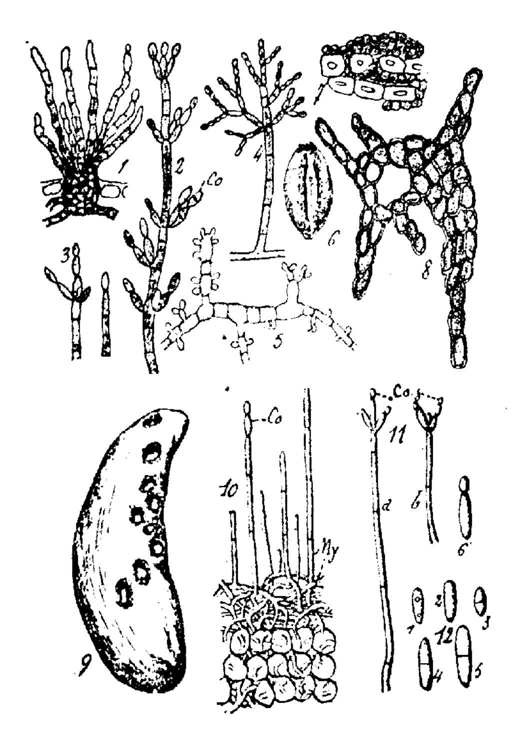
Les *Cladosporium* forment un groupe très polymorphe, encore incomplètement connu ; ils sont caractérisés par leurs conidiophores bruns, ramifiés portant de courts chapelets de conidies facilement séparables qui, à maturité, prennent une ou plusieurs cloisons transversales. Ce sont des moisissures très répandues sur tous les débris végétaux ; quelques-unes sont ou peuvent devenir parasites.

Cladosporium herbarum Link (pl. LXXV, fig 1-8). — Sous ce nom, on groupe des formes assez semblables au point de vue morphologique, mais qui sans doute doivent rentrer dans le cycle de développement de plusieurs espèces. La forme parfaite n'a pu être constatée avec certitude que pour un *Cladosporium* qui provoque chez les Céréales la maladie du noir; Janczewski l'a rattaché au genre *Sphærella* sous le nom de *S. Tulasnei* (nous n'en avons pas parlé en étudiant les autres *Spharella* pour ne pas diviser l'étude des *Cladosporium* parasites).

Le *noir des Céréales* apparaît sur le Blé, plus rarement sur d'autres Céréales (Avoine, etc.), surtout pendant les étés humides; les feuilles jaunissent, puis se dessèchent et se couvrent de petits points noirs, les fructifications conidiennes. L'attaque des épis et des grains est assez fréquente dans les régions à climat humide (Bretagne), où elle peut causer d'importants dommages, car les grains atteints sont inutilisables pour la meunerie. Sur les Blés versés, le développement du Champignon est souvent très rapide. Les glumes et les glumelles montrent des lésions comparables à celles des feuilles ; quant aux grains, ils portent des taches brunes allongées et souvent accompagnées de profondes crevasses. Ces taches

PLANCHE LXXV

Hyphomycètes.



Cladosporium herbarum. — 1, une fructification conidienne sortant d'une feuille de Blé. — 2 et 3, extrémités de filaments fructifiés. — 4, forme *Hormodendron*. — 5, forme *Dematium pullulans*. — 6, grain de Blé attaqué et crevassé par le *Cladosporium*. — 7, coupe de ce grain montrant le mycélium stromatique noir entre les cellules du tégument. — 8, le même mycélium en coupe tangentielle.

Cladosporium cucumerinum. — 9, Concombre envahi et portant des taches fructifiées. — 10, coupe d'une de ces taches : *My*., mycélium ; *Co*., conidies. — 11, *a* et *b*, extrémités de conidiophores ; *Co. j*., conidies jeunes. — 12, divers stades du développement des conidies ; en 6, la conidie a bourgeonné.

sont dues à un mycélium très abondamment cloisonné, à cellules courtes, qui recouvre le tégument, le dissocie par places et pénètre le grain ; cette lame mycélienne mince s'agrège çà et là en petites masses stromatiques et produit des conidiophores.

Les fructifications sont assez variables ; les conidiophores forment de petites touffes issues d'un petit stroma interne et sortent par les stomates ; ils portent des chaînes courtes et facilement dissociables de conidies. Dans les cultures en cellule, le mode de formation de ces conidies s'observe plus facilement : la première formée bourgeonne sur place et produit des conidies de deuxième génération qui bourgeonnent à leur tour ; on obtient ainsi des chapelets ramifiés qui ont reçu le nom de forme *Hormodendron*. Dans les milieux nutritifs, le bourgeonnement peut être considérable et s'étendre à toutes les cellules des filaments ; c'est la forme *Dematium pullulans*. Enfin Janczewski a trouvé dans des cultures sur gélatine des périthèces (*Sphærella Tulasnei*) à ascospores bicellulaires.

Des formes morphologiquement très semblabes au *Cladosporium* des Céréales ont été signalées comme parasites de plantes cultivées ; il doit s'agir d'espèces différentes, mais très voisines qui, en culture, donnent toujours des *Hormodendron* ; cependant d'un *Cladosporium* rencontré sur le Fusain du Japon, Berlese a obtenu des pycnides (*Septoria*) qui n'existent pas dans la forme des Céréales. Le parasitisme des *Cladosporium* ne s'observe guère que dans des conditions d'humidité très grande, comme par exemple dans les serres où de tels cas ne sont pas rares sur un très grand nombre de plantes ; à l'air libre, il peut en être de même dans les années pluvieuses et dans les climats humides, comme Prillieux l'a observé sur les Pommiers dans le Nord-Ouest, Lasnier sur les gousses des Pois, etc.

Traitement. — Le seul traitement du noir des Céréales consiste à diminuer l'humidité par le drainage des sols humides et le semis en lignes, qui, en aérant la culture, gêne le développement de la moisissure.

Cladosporium fulvum Cooke. — Ce Champignon envahit les feuilles de la Tomate dans les cultures en serre ; en Amé-

rique, il est plus fréquent et attaque aussi les plantes cultivées en pleine terre. Cette maladie est caractérisée par l'apparition de taches irrégulières, jaunâtres, dont la face inférieure se couvre d'une moisissure olivâtre ; les conidiophores sortent en touffes et portent de courts chapelets de conidies oblongues, uniseptées.

Traitement. — Les sels cupriques ont donné de bons résultats en Amérique (Galloway).

Cladosporium cucumerinum Ell. et Arth. (*Scolecothricum melophthorum* Prill et Delacr.) (pl. LXXV, fig. 9-12). — Ce Champignon produit une maladie grave des Melons et des Concombres, que les cultivateurs confondent sous le nom de *Nuile* avec d'autres altérations de ces plantes (*Glœosporium lagenarium*, par exemple). Le *Cladosporium* forme sur les feuilles, les tiges et les fruits des taches brunes qui se creusent par corrosion des tissus et forment de véritables chancres ; les fruits notamment peuvent pourrir complètement. Ces taches se couvrent d'un velouté olivâtre de conidiophores raides, simples, terminés par un ou plusieurs très courts chapelets de conidies uniseptées à maturité.

La même espèce, ou une forme très voisine, a été observée en parasite sur d'autres plantes, notamment sur des Légumineuses : jeunes plants de Haricot (Voglino).

Traitement. — Supprimer et brûler les parties malades.

Genre **Helminthosporium** (Link) Saccardo.

Les *Helminthosporium* ont des conidiophores raides, bruns, terminés par de grosses conidies de même couleur, allongées, lisses, pluriseptées.

Helminthosporium des Céréales. — Les Céréales montrent parfois sur leurs feuilles des taches desséchées, très allongées, brunes et entourées d'une zone diffuse, plus pâle ; ces taches, par leur grand nombre et leur développement rapide, peuvent amener le dessèchement de tout le limbe. Des lésions analogues s'observent aussi sur les glumes et les glumelles. Le mycélium du Champignon, intérieur à la plante, fructifie en émettant des conidiophores courts et simples,

terminés par une ou plusieurs conidies brunes, fusiformes, cloisonnées (trois à six fois). Selon les Céréales attaquées, on a distingué plusieurs espèces de ces *Helminthosporium* qui paraissent devoir rentrer dans le cycle de développement de Sphériacées du genre *Pleospora* (Diedicke, Noack).

L'Orge, souvent atteinte, peut servir de support à deux espèces, l'*Helminthosporium gramineum* Rab. et l'*H. teres* Sacc., qui ne diffèrent guère que par leur mode de développement (Kolpin Ravn).

L'*H. gramineum* attaque surtout les Escourgeons et l'*Hordeum distichum erectum* dont les feuilles montrent de longues taches décolorées, puis noirâtres, amenant le dessèchement de tout le limbe et sa dissociation en longues et étroites lanières. Le développement de la plante s'arrête et les épis sont le plus souvent stériles. Cette maladie, qu'on trouve çà et là sur des pieds isolés, paraît se propager d'une année à l'autre par la persistance dans les balles du mycélium provenant de la germination des spores sur les épillets au moment de la floraison. Le mycélium infecte le point végétatif à la germination et passe dans les feuilles à mesure qu'elles prennent naissance, développement comparable à celui des Ustilagacées.

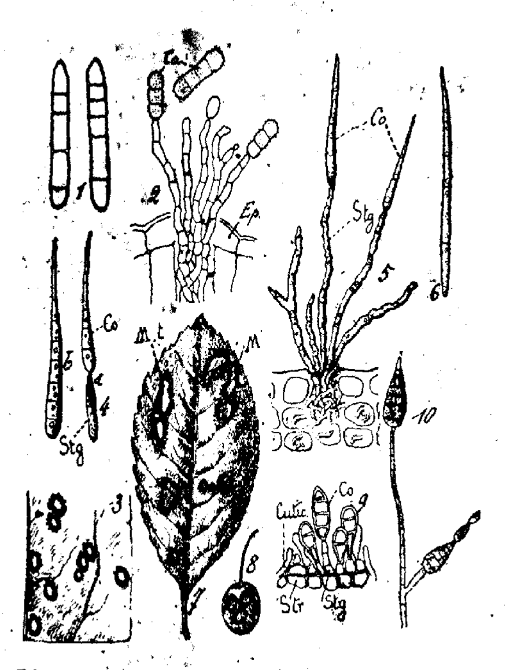
L'*H. teres* (Pl. LXXVI, fig. 1), très voisin du précédent par ses caractères microscopiques, a une évolution bien différente. Il s'attaque surtout à l'*Hordeum distichum nutans* et présente une allure épidémique, formant taches où tous les pieds sont envahis ; les feuilles montrent des macules éparses, courtes, sans déchirure du limbe ; les épis se développent presque normalement. L'infection primaire se fait à la germination, le Champignon fructifie sur la première feuille, puis de nouvelles infections amènent la contamination des autres feuilles et des plants voisins.

Des *Helminthosporium* s'attaquent également à d'autres Céréales, par exemple l'*H. Avenæ* Eidam (*H. teres* var. *Avenæ sativæ* Br. et Cav.) de l'Avoine, très voisin de l'*H. teres* par son mode de développement et l'*H. turcicum* Pass. du Maïs.

Traitement. — Ces Champignons se propageant d'une année à l'autre par des mycéliums hivernant dans les glumelles, il est nécessaire de recourir au traitement des semences

Planche LXXVI

Hyphomycètes.



Helminthosporium teres. — 1, deux conidies (d'après Kölpin Ravn).

Heterosporium echinulatum. — 2, une touffe de conidiophores sortant de l'épiderme déchiré *Ep.*, d'une feuille d'Œillet ; *Co.*, conidies.

Cercospora beticola. — 3, portion de feuille de Betterave portant des taches fructifiées. — 4, *a*, une conidie *Co.*, sur son stérigmate ; *b*, conidie isolée.

Cercospora Apii. — 5, coupe d'une feuille de Céleri montrant la forme conidienne : *Stg.*, stérigmate ; *Co.*, conidies. — 6, une conidie.

Clasterosporium carpophilum. — 7, feuille de Cerisier portant les macules *M.* du Champignon ; en *M. t.*, les macules se sont détachées. — 8, cerise attaquée. — 9, la fructification conidienne sur une macule tombée : *Str.*, stroma *Stg.*, stérigmates ; *Co.*, conidie ; *Cutic.*, cuticule.

Alternaria Solani — 10 une fructification.

par des fongicides (sulfate de cuivre, formol) ou par la chaleur comme pour les charbons (voir p. 86).

Genre **Heterosporium** Klotzsch.

Les *Heterosporium* diffèrent des *Helminthosporium* par leurs conidiophores moins rigides, souvent ramifiés, et leurs conidies finement aculéolées.

Heterosporium echinulatum (Berk.) Cooke (pl. LXXVI, fig. 2). — Ce Champignon est assez répandu sur les Œillets cultivés; il forme sur les feuilles et les tiges des taches blanches, entourées d'une bordure brune et bientôt couvertes d'un duvet velouté brun. Les fructifications sont constituées par des touffes de conidiophores qui sortent par les stomates et portent des spores brunes, échinulées et munies de deux à quatre cloisons transversales. Cette maladie ne prend une grande extension que dans les châssis où on place les Œillets en automne et en hiver ; les sels de cuivre se sont montrés actifs pour empêcher la germination des conidies (Mangin).

Signalons l'*Heterosporium gracile* (Wallr.) Sacc., qui attaque les feuilles des Iris et aussi, selon Ritzema-Bos, des Narcisses cultivés ; l'*Heterosporium variable* Cooke qui produit des taches sur les feuilles des Épinards.

Genre **Cercospora** Fres.

Les *Cercospora* constituent un groupe très nombreux d'Hyphomycètes parasites des feuilles ; leurs conidies sont très allongées, colorées ou hyalines, multicloisonnées, généralement amincies à leur sommet et renflées en massue à leur base ; elles naissent sur des conidiophores bruns, plus ou moins longs. Les *Cercosporella* n'en diffèrent que par leurs conidies et leurs conidiophores hyalins.

Les *Cercospora* paraissent rentrer dans le cycle de développement de Sphériacées, notamment d'espèces du genre *Sphærella.*

Cercospora beticola Sacc. (pl. LXXVI, fig. 3-4). — C'est un parasite fréquent des feuilles de la Betterave, en général

sans grande gravité. Il produit de petites taches arrondies, grisâtres et entourées d'une marge brune ; les conidiophores sortent en touffes à la face inférieure de la feuille ; ils sont courts, bruns, et se terminent par des conidies hyalines, allongées, effilées à leur sommet. Ces spores germent très facilement et, quand le temps est humide, disséminent rapidement la maladie. On ne connaît pas de traitement pratique.

Cercospora Apii Fr. (pl. LXXVI, fig. 5-6). — On rencontre ce Champignon dans les jardins sur les feuilles du Céleri. Les taches sont arrondies, d'un brun pâle et se couvrent à leur face inférieure de petites fructifications brunes ; les conidiophores sortent par touffes à travers l'orifice des stomates ; ils sont plus allongés que ceux du *C. beticola*, souvent cloisonnés et terminés par de longues conidies presque hyalines.

Cette maladie se répand très vite par les temps chauds et humides. Les traitements essayés n'ont donné que peu de résultats ; les sels de cuivre sont inactifs. Le mieux est de brûler les pieds atteints dès les premiers symptômes du mal.

Des formes, anciennement considérées comme variétés du *Cercospora Apii*, mais constituant sans doute des espèces distinctes, sont connues sur d'autres Ombellifères : Persil (var. *Petroselini* Sacc.), Carotte (var. *Carotæ* Pass.), etc.

Parmi les autres *Cercospora*, les plus importants sont les suivants :

Cercospora viticola (Ces.) Sacc., qui couvre les feuilles de la Vigne de taches ochracées ; les conidies sont moins allongées et plus trapues que celles des espèces précédentes. Ce parasite, peu répandu en France, est sans grande importance dans nos régions ;

C. circumscissa Sacc. sur les feuilles des Pruniers, Pêchers et Amandiers ;

C. cerasella Sacc., sur Cerisier ;

C. rosicola Pass. sur les Rosiers ;

C. Resedæ Fuck., sur le Réséda cultivé ;

C. Violæ Sacc., sur les Violettes ;

C. concors (Casp.) Sacc., sur la Pomme de terre (rare en France) ;

C. zonata Wint., sur la Fève ;

C. microsora Sacc., sur les Tilleuls ;

C. Odontoglossi Prill. et Delacr., dans les serres, sur les *Odontoglossum*, etc.

Parmi les espèces à conidiophores incolores, signalons seulement le *Cercosporella Narcissi* Boud., sur les Narcisses, et le *C. inconspicua* (Wint.) v. Höhn. (*C. hungarica* Bäuml.), qui a causé des dégâts dans les cultures de Lis de la région méditerranéenne.

Enfin on peut rapprocher des *Cercospora* les *Isariopis* qui n'en diffèrent guère que par leurs conidiophores allongés et groupés en une colonette dressée ; ce caractère, qui place le genre *Isariopsis* parmi les Stilbées, se retrouve parfois chez certains *Cercospora* (*C. viticola*, par exemple). L'*Isariopsis griseola* Sacc. produit sur les feuilles des Haricots de petites taches brunes, anguleuses, sans gravité.

Genre **Spondylocladium** Harz.

La seule espèce de ce genre, le *Sp. atrovirens* Harz, se rencontre parfois sur les tubercules de Pomme de terre : l'altération (Gale argentée) consiste en taches arrondies d'un gris argenté, portant de très petits sclérotes irréguliers, d'un noir terne. A l'humidité ces amas sclérotiques se couvrent d'une efflorescence olivâtre, formée de conidiophores allongés, cloisonnés ; les conidies qui se forment au sommet des filaments et en verticilles à différentes hauteurs, sont allongées en massue et divisées par 6 à 8 cloisons transversales. Cette affection n'est pas grave.

Genre **Clasterosporium** Schwein.

Dans ce genre, caractérisé par ses conidies brunes, cloisonnées, qui naissent sur le mycélium sans que des conidiophores bien nets y soient différenciés, on range le Champignon suivant, dangereux pour les arbres fruitiers.

Clasterosporium carpophilum (Lév.) Aderh. (*C. amygdalacearum* Sacc., *Coryneum Beijerinckii* Oud.) (pl. LXXVI,

fig. 7-9). — Ce Champignon attaque les feuilles, les rameaux et les fruits des arbres fruitiers à noyau : Pêcher, Abricotier, Cerisier, Prunier, et du Laurier-Cerise. Sur les feuilles, il produit au printemps de petites taches roses qui s'étendent peu, se limitent nettement et brunissent ; les fructifications y forment de très petits points noirs. Souvent les taches se détachent du parenchyme foliaire suivant une fente circulaire ; la feuille paraît alors criblée de petits trous (1).

Sur les rameaux (Pêcher surtout), les taches sont brunes, allongées ; souvent l'irritation causée par la présence du Champignon se traduit par la formation de gomme qui suinte des rameaux malades ; certains auteurs avaient même cru devoir, dans tous les cas, attribuer la formation de la gomme à ce Champignon, alors que bien des causes, parasitaires ou non, peuvent provoquer la gommose.

Quant aux fruits, ils portent des taches brunes où la chair est desséchée jusqu'au noyau ; les Cerises sont particulièrement atteintes.

Les fructifications conidiennes se montrent sous l'aspect de petits points noirs ; les conidies sont fusoïdes, brunes et munies d'un nombre variable de cloisons transversales (trois à six) ; elles sont souvent isolées, et c'est toujours ainsi qu'on les observe dans les cultures, où elles naissent latéralement sur le trajet des filaments mycéliens. Sur les rameaux et les fruits, elles se forment le plus souvent sur de petites masses stromatiques qui rappellent certains Mélanconiées (*Coryneum*).

Vuillemin a rencontré sur les taches une autre forme de fructification, des pycnides à petites spores hyalines, mais Aderhold a montré qu'elles n'appartenaient pas au *Clasterosporium* et n'étaient qu'un saphrophyte. Quant aux périthèces (*Ascospora Beijerinckii* Vuill.), observés par Vuillemin au printemps sur des Cerises atteintes de l'année précédente, ils ne doivent vraisemblablement pas rentrer dans le cycle de développement du *Clasterosporium* ; leur présence au milieu des pycnides les ferait plutôt regarder comme la forme par-

(1) Cette chute des taches n'est particulière au *Clasterosporium carpophilum* ; d'autres Champignons (*Cercospora circumscissa*, *Phyllosticta*, etc.) produisent des lésions très semblables.

faite de ces dernières. D'ailleurs aucune expérience n'a été faite à partir des ascospores

Traitement. — 1° Couper et brûler les rameaux et les fruits atteints ;

2° Pulvériser les arbres copieusement et à plusieurs reprises avec une bouillie bordelaise faible, pendant la végétation, et pendant l'hiver avec une bouillie plus concentrée.

Genres **Macrosporium** Fries et **Alternaria** Nees.

Nous avons déjà cité ces Champignons en étudiant les Sphériacées du genre *Pleospora*, dont plusieurs sont les formes conidiennes ; d'autres espèces, encore inconnues sous leur forme parfaite, ont été aussi signalées comme parasites

Alternaria Solani Sorauer (*Macrosporium Solani* Ell. et Mart.)(pl. LXXVI, fig. 10). — Ce Champignon, peu répandu et peu nocif en Europe, produit sur les feuilles de la Pomme de terre des taches brunes, plus petites et plus pâles que celles du *Phytophthora*. Les conidiophores sortent à travers l'épiderme desséché et portent des chapelets de conidies brunes cloisonnées dans deux directions perpendiculaires, de forme très variable, généralement en massue longuement effilée.

Le Champignon décrit par Vanha sous le nom de *Sporidesmium Solani varians* paraît identique à l'*Alternaria Solani*.

L'*Alternaria Brassicæ* (Berk.) Sacc. (*Polydesmus exitiosus* Kühn) attaque les feuilles et les fruits de diverses plantes (Crucifères, Cucurbitacées, etc.)

D'autres *Alternaria* et *Macrosporium* ont été signalés sur différentes plantes, Tomate, Chou, Carotte ; etc. ; on est mal fixé sur leurs propriétés.

Genre **Fusarium** Link.

Le genre *Fusarium* est caractérisé par ses conidies allongées, fusiformes, souvent courbées, hyalines et plusieurs fois cloisonnées transversalement.

Certaines espèces présentent un stroma charnu, de coloration claire, et rentrent ainsi dans le groupe des Tubercula-

riées ; mais on trouve tous les intermédiaires entre cette structure et des formes où les conidiophores sont libres comme chez les Hyphomycètes vrais.

Les *Fusarium* sont très nombreux et semblent être pour la plupart des formes conidiennes d'Hypocréacées (*Nectria*, *Gibberella*, etc.). Leur spécification est très délicate, si bien qu'il est difficile de se reconnaître au milieu des trop nombreuses formes décrites comme espèces distinctes. Appel et Wollenweber ont étudié avec soin de nombreux *Fusarium* et ont été amenés à distinguer environ 75 espèces qu'ils répartissent en 14 groupes.

Les espèces parasites peuvent être rattachées à plusieurs types suivant leur mode d'action : les unes sont parasites des vaisseaux à la base de la tige de diverses plantes et produisent des maladies qu'on peut désigner du nom de *chancres du collet*. D'autres produisent des dessèchements de rameaux chez les plantes ligneuses. D'autres sont les agents de véritables *pourritures* des fruits (Tomates, Pommes, etc.) ou des tubercules (Pommes de terre). Enfin on peut réunir plusieurs *Fusarium parasites des Céréales*. Les auteurs américains ont été conduits à attacher une très grande importance aux maladies dues aux *Fusarium*, et il semble, en effet, qu'aux Etats-Unis ces Champignons jouent en pathologie un rôle plus grand qu'en Europe. Il est vrai qu'en bien des cas, l'action pathogène de certaines espèces n'est pas nettement prouvée et il semble que plusieurs ne soient que des parasites secondaires envahissant des organes déjà attaqués par d'autres Champignons ou affaiblis sous des influences parasitaires ou non.

Chancres du collet ou flétrissures. — Le type des *Fusarium* producteurs de chancres du collet est le *Fusarium vasinfectum* Atk., parasite du Cotonnier en Amérique et dans diverses régions chaudes ; on l'a longtemps rattaché comme forme conidienne à une Hypocréacée, le *Neocosmospora vasinfecta* Smith, mais cette dernière ne paraît qu'un saprophyte croissant sur les tissus tués par le *Fusarium* (Butler, Wollenweber).

D'autres espèces causent des dégâts analogues en Amé-

rique : *Fusarium tracheiphilum* Smith sur diverses Légumineuses, *F. niveum* Smith sur Cucurbitacées, *F. oxysporum* (Schlecht) sur Pomme de terre, Tomate, *F. Lini* Boll., sur Lin, etc.

En France, Arnaud a signalé sur la Luzerne une maladie analogue qu'il rapporte au *Neocosmospora*. Le *Fusarium tabacivorum* Delacr., parasite du Tabac dans le Sud-Ouest, agit aussi de la même façon, et surtout le *Fusarium Dianthi* Prill. et Delacr. (pl. LXXVII, fig. 1-4), cause de la maladie des Œillets d'Antibes, qui a causé de grands dommages dans la région méditerranéenne.

Les Œillets attaqués se reconnaissent à l'arrêt de leur développement et un léger flétrissement de leur feuillage ; puis certains rameaux se dessèchent et enfin toute la plante jaunit et meurt. Les racines restent saines, et l'altération est localisée à la base de la tige, dont les tissus, notamment le bois, sont envahis par un mycélium hyalin, ramifié. Les fructifications conidiennes, les seules observées jusqu'ici, sont de plusieurs sortes ; une première forme est constituée par de petites conidies cylindroïdes, qui naissent solitaires à l'extrémité de courtes ramifications (formes *Cylindrophora*). Une autre forme (*Fusarium*) est constituée par des filaments dressés, qui portent un ou deux verticilles de stérigmates aigus ; les conidies sont fusiformes, courbées, aiguës aux extrémités et munies de deux à cinq cloisons transversales. Elles germent facilement, et les filaments germinatifs portent de petites conidies de la forme *Cylindrophora*, puis des chlamydospores globuleuses, à membrane épaisse.

L'infection se fait par des blessures ; dans les cultures, les modes de propagation du parasite résultent généralement du bouturage de pieds malades ou de la plantation de boutures saines dans un sol ayant porté des Œillets atteints. Le traitement consiste à détruire les plants attaqués, à prélever les boutures sur des pieds parfaitement sains et à ne les planter que dans un sol indemne ou au moins désinfecté (le meilleur désinfectant semble être le formol).

Citons encore comme rentrant dans le même groupe une maladie du collet des Pois produite par un *Fusarium* voisin du

F. vasinfectum (*F. redolens* Woll.?) et le dessèchement des jeunes plantules de conifères du selon Rostrup à *Fusarium blasticola* Rostr. Sur le Melon on rencontre souvent (Arnaud, Dufrénoy) une pourriture du collet, avec ramollissement des tissus et brunissement du bois ; une forme *Fusarium* s'y rencontre, associée à des bactéries dont le rôle est encore assez mal établi.

Dessèchement des rameaux des arbres et arbustes. — Sur divers arbres on a signalé un dessèchement des rameaux sous l'action de *Fusarium* stromatiques qui apparaissent sous forme de petites pustules rosées ou jaunâtres et qui rentrent dans le cycle de développement d'Hypocréacées du genre *Gibberella*. De tels accidents se rencontrent notamment sur le Robinier, le Mûrier, etc. ; il s'agit de parasites de blessures dont l'action n'est peut-être que secondaire.

On peut rattacher aussi à ce groupe le *Fusarium gemmiperda* Aderh., qui attaque non seulement les rameaux du Cerisier, mais surtout les boutons floraux et en amène la dessiccation.

Pourriture des tubercules et des fruits. — Les Pommes de terre ont souvent à souffrir de l'attaque de *Fusarium :* les tubercules, au lieu de pourrir comme dans les affections bactériennes, se dessèchent, durcissent, infiltrées par le mycélium du Champignon : l'amidon n'est pas altéré et persiste seul au milieu d'un lacis mycélien. Ces cas de *pourriture sèche* sont fréquents ; mais, le plus souvent, ils apparaissent sur des récoltes qui ont eu déjà à souffrir de l'attaque d'autres parasites et surtout de celle de *Phytophthora infestans*. Les *Fusarium* sont en effet des parasites de blessure incapables de pénétrer des tubercules sains et intacts.

On a longtemps rapporté le *Fusarium* de la pourriture sèche au *F. Solani* (Mart.) Sacc., mais Appel et Wollenweber ont montré que cette espèce n'était qu'un saprophyte et que les *Fusarium* parasites constituaient plusieurs formes voisines, mais distinctes par leurs caractères culturaux et appartenant à des groupes variés du genre. Les uns produisent des véritables pourritures sèches avec momification des tubercules, c'est par exemple le cas pour les *Fusarium euoxysporum*

Woll., *orthoceras* App. et Woll., *trichothecioides* Woll., etc., tandis que pour d'autres (*F. cæruleum* (Lib.) Sacc., *eumartii* Carp., etc.), la pourriture est plus ou moins humide, rappelant celle due aux bactéries. Certains Champignons envahissent non seulement les tubercules, mais aussi toute la partie souterraine de la plante et la base des tiges.

Diverses espèces voisines des précédentes, produisent la pourriture des Tomates (*F. sclerotium* Woll., *F. falcatum* App. et Woll., etc...).

Osterwalder a signalé également une pourriture des pommes, débutant au centre du fruit et due à un *Fusarium*, le *F. herbarum* Woll. (*F. putrefaciens* Osterw.).

Fusarium des Céréales. — Nous avons déjà signalé (Voir p. 286, 287) des maladies des Céréales dues à des Hypocréacées possédant des *Fusarium* comme forme conidienne. D'autres moisissures du même type ont aussi été rencontrées sur ces plantes.

C'est ainsi que sur les épis des Céréales, on trouve parfois des fructifications ressemblant à celles du *Fusarium rostratum* (f. conidienne de *Gibberella Saubinetii*) ou encore d'un rouge brique (*F. heterosporum* Link).

Ducomet a signalé plusieurs *Fusarium* très différents des précédents par leur mode de vie : ce sont des parasites des feuilles remarquables par leur mycélium en grande partie subcuticulaire. Tels sont les *Fusarium hordearium* Ducomet sur l'Orge et *loliaceum* Ducomet sur les Ivraies.

Signalons enfin le *Fusarium nivale* [conidie d'une Hypocréacée, *Calonectria graminicola* (Berk. et Br.) Woll.] qui, dans les régions septentrionales, s'attaque au Blé et surtout au Seigle au moment de la fonte des neiges et couvre les jeunes plants d'un lacis blanc ou rougeâtre ; la pourriture des tissus en est la conséquence, si l'humidité persiste au printemps. Le Champignon se conserve dans le sol et paraît se propager également par les semences.

II. — MÉLANCONIÉES

Les Mélanconiées, dont nous avons déjà donné les caractères distinctifs, comprennent plusieurs genres importants, distincts par leurs conidies.

Genres **Glœosporium** Desm. et Mont. et **Colletotrichum** Corda.

Nous réunissons ici ces deux genres extrêmement voisins, qui ne diffèrent que par la présence chez les *Colletotrichum* de poils bruns au milieu des stérigmates ; ils sont absents chez les *Glœosporium ;* mais beaucoup d'espèces présentent ou non, suivant les cas, de tels poils et peuvent être rangées dans l'un aussi bien que dans l'autre genre. Dans les deux cas, les conidies sont hyalines, simples, ovales ou elliptiques, parfois courbées en faux et aiguës aux extrémités ; à la germination, elles se cloisonnent souvent avant d'émettre des filaments qui, très fréquemment, portent les conidies secondaires, puis des chlamydospores.

Chez les formes typiques, le stroma conidifère est étalé ; mais, à côté de fructifications ainsi largement ouvertes, certaines espèces montrent fréquemment des stromas en coupe ou même se fermant plus ou moins par rapprochement des bords ; ce sont de véritables passages aux Sphérioïdées.

Plusieurs *Colletotrichum* véritables ont ainsi été rattachés à ce dernier groupe et rangés dans le genre *Vermicularia* Fr. qui, sous sa forme typique, ne devrait comprendre que des pycnides aplaties, parfois sans pore et munies de soies.

Les *Glœosporium*, quoique paraissant à première vue assez homogènes, se rattachent à des formes parfaites très différentes : Sphériacées (*Glomerella*, *Gnomonia*, etc.), ou Discomycètes (*Pseudopeziza*). Pour beaucoup, la forme à asques est inconnue.

Glœosporium ampelophagum (de Bary) Sacc. (*Sphaceloma ampelinum* de Bary, *Manginia ampelina* Viala et Pacottet) (pl. LXXVII, fig. 6-15). — L'*Anthracnose de la Vigne*, due à ce parasite, est connue depuis longtemps en Europe ; elle

se montre sur toutes les parties jeûnes : sarments, feuilles, raisins.

Les sarments ne sont atteints que s'ils sont encore herbacés ; on y voit apparaître de petites taches brunes, qui s'allongent suivant l'axe du rameau, se creusent de plus en plus et aboutissent à la formation de véritables chancres souvent confluents, à bords irréguliers et plus foncés ; la corrosion gagne peu à peu l'écorce, le liber et pénètre jusqu'au bois et même à la moelle ; seules les fibres résistent à la destruction. Ces chancres sont limités dans leur extension par un bourrelet et une lame de liège. L'extrémité des pousses fortement atteintes noircit et se dessèche ; dans les attaques moins graves, le rameau résiste, mais se brise facilement au niveau des chancres. On observe en outre de fréquentes déformations dues à ce que les portions atteintes ne peuvent suivre le développement des parties saines.

Des lésions très analogues se montent sur les vrilles et les pétioles.

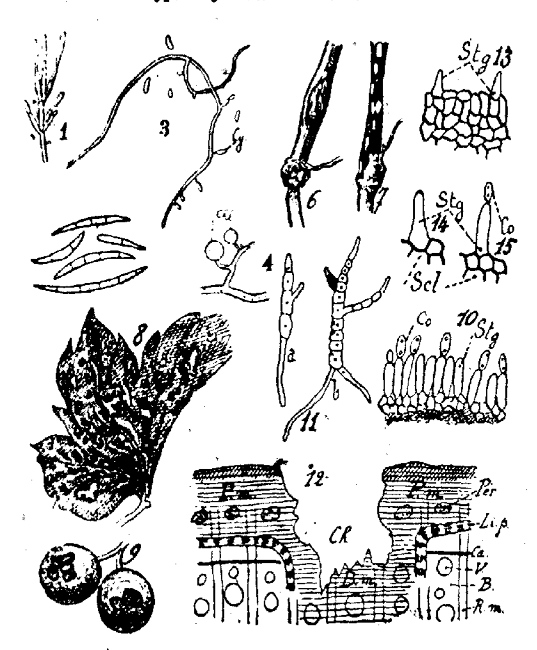
Sur les feuilles, les taches ont au début le même aspect que sur les sarments, mais la corrosion gagne rapidement toute l'épaisseur du limbe, qui se trouve ainsi percé de trous irréguliers. Les feuilles atteintes pendant leur croissance se déforment plus ou moins par suite de l'arrêt de développement que subissent les parties malades.

Les taches des fruits sont arrondies, entourées d'une marge noire et souvent réunies en une grande macule irrégulière, qui se creuse comme sur les sarments.

Le mycélium du parasite est très grêle et hyalin ; les fructifications, qui s'observent plus facilement sur les grains, naissent aux dépens d'un stroma étalé établi dans l'intérieur même des cellules ; les cellules extérieures de cette couche bourgeonnent en petits stérigmates courts, dont le développement soulève la cuticule. A ce moment, la surface des taches prend une coloration grise, puis se couvre d'une fine poussière de conidies. Celles-ci, mises en liberté par rupture de la cuticule, sont très petites (4 à 6 µ), ovoïdes et munies de deux petites gouttelettes réfringentes. Pour germer, elles se gonflent, puis émettent un ou deux tubes pourvus de cloi-

Planche LXXVII

Hyphomycètes. — Mélanconiées.



Fusarium Dianthi. — 1, la forme conidienne ; *Co.*, conidies (jeunes). — 2, conidies mûres. — 3, filaments germinatifs portant des conidies secondaires *Cy*. (forme ***Cylindrophora***). — 4, formation des chlamydospores *Chl*.

Glœosporium ampelophagum. — 6, chancre adulte sur sarment. — 7, chancres jeunes. — 8, anthracnose sur feuille. — 9, *Ibid.* sur raisins. — 10, portion d'une fructification : ***Stg.***, stérigmate ; *Co.*, conidies. — 11, deux germinations de conidies (d'après Prillieux). — 12, coupe schématique d'un chancre : *P. m.*, parenchyme cortical tué, limité par une lame de liège *Li p.* ; *Pér.*, fibres péricycliques ; ***Ca.***, cambium ; ***Bo.***, bois ; ***V.***, vaisseaux ; *R. m.*, rayon médullaire ; *B. m.*, bois mort ; *Ch.*, lacune laissée par la destruction des tissus sous l'action du mycélium. — 13, 14, 15, tades successifs du développement des conidies au printemps aux dépens d'un troma périphérique ayant résisté à l'hiver (d'après Gouirand).

sons très rapprochées qui leur donnent l'aspect d'un chapelet.

Plus rarement, on observe sur les taches une autre forme de fructification, des pycnides arrondies contenant des conidies analogues à celles de la forme *Glœosporium*. En cultivant le mycélium dans des milieux divers, Viala et Pacottet ont obtenu des conceptacles analogues en outre de la forme *Glœosporium* ; ils ont aussi observé des chlamydospores, des kystes noirs contenant des spores internes, organe dont la nature et le rôle sont mal connus. De plus, les mêmes auteurs ont constaté dans des milieux sucrés la présence d'une levure dont cependant l'assimilation au Champignon de l'Anthracnose reste douteuse, d'autant que dans l'Anthracnose du Platane (*Gnomonia veneta*) une forme levure observée dans les mêmes conditions n'est certainement qu'une impureté (Guilliermond).

Aucune forme parfaite n'a été rencontrée jusqu'à présent ; le Champignon hiverne dans les sarments malades, où il persiste à l'état stromatique ; la surface de ces stromas se couvre au printemps de nombreuses conidies.

Le développement de l'Anthracnose est favorisé par l'humidité ; les rosées et les brouillards sont d'ailleurs suffisants pour permettre la germination des conidies.

Traitement. — Il comprend un traitement d'été et un traitement d'hiver.

En été, on applique un premier traitement au soufre seul, et pour les traitements suivants on ajoute de la chaux pulvérisée, dont on porte la dose depuis un cinquième de la quantité de soufre jusqu'aux trois cinquièmes. Le nombre de ces traitements est en rapport avec l'intensité de la maladie.

Pour le traitement d'hiver, on enlève à la taille de préférence les rameaux chancreux qui seront brûlés, puis on badigeonne les ceps avec la solution de Skawinski ou une solution d'acide sulfurique à 10 p. 100.

Colletotrichum Lindemuthianum (Sacc. et Magn.) Br. et Cav. (pl. LXXVIII), fig. 1-3). — L'*Anthracnose du Haricot* est caractérisée par l'apparition sur les feuilles, les tiges et surtout sur les gousses de taches d'un brun grisâtre, entourées d'une marge saillante d'un brun rougeâtre, taches qui rongent

les tissus au point de pénétrer jusqu'aux graines. Au moment de la fructification, on voit tout le fond de la tache se couvrir de petites pustules qui soulèvent et déchirent la cuticule ; ce sont des stromas dont la surface est couverte de stérigmates allongés, cylindriques, serrés ; en général, le pourtour des fructifications est garni de grands poils noirâtres, cloisonnés, qui manquent parfois (forme *Glœosporium*). Les conidies, nées au sommet des stérigmates, sont oblongues, hyalines ; elles germent très facilement dans l'eau et sont capables d'infecter les gousses des Haricots sans blessure préalable.

Les dégâts causés par ce Champignon sont assez graves ; les gousses fortement atteintes sont vides ou ne contiennent que des graines mal développées, qui souvent sont contaminées.

Certaines variétés, par exemple le Haricot Beurre, sont particulièrement sensibles.

Traitement. — Il faut sélectionner attentivement les graines et éliminer toutes celles qui présentent les moindres traces de la maladie.

Les traitements cupriques peuvent être employés préventivement pour les Haricots à consommer en graines.

Colletotrichum oligochætum Cav. — Cette maladie des Melons et autres Cucurbitacées est connue des cultivateurs sous le nom de « nuile ». Les tiges et les fruits sont particulièrement atteints et montrent des taches qui se creusent, puis se couvrent de petites pustules roses. Par la structure de ses fructifications, le *Colletotrichum oligochætum* est extrêmement voisin du *C. Lindemuthianum* ; de même les bords du stroma fructifère montrent généralement des poils raides ; mais ces poils peuvent manquer, et c'est cette forme qui a été décrite comme espèce spéciale sous le nom de *Glœosporium lagenarium* (Pass.) Sacc.

Les essais de traitement n'ont pas donné de résultats bien positifs.

Glœosporium caulivorum Kirchner. — Cette espèce, décrite d'abord en Amérique, existe également en Europe sur les Trèfles, particulièrement sur le Trèfle des prés. Des taches allongées, brunes, entourées d'une marge plus foncée, apparaissent sur les tiges et les pétioles et, dans les attaques graves,

peuvent amener le flétrissement et le dessèchement de l'appareil aérien.

Les fructifications se forment sur les taches et donnent naissance à des conidies hyalines, elliptiques, un peu arquées.

Traitement. — Faucher prématurément les Trèfles atteints. On a en outre conseillé la désinfection des semences.

Colletotrichum atramentarium (Berk. et Br.) Taub. (*Vermicularia varians* Ducom., *Collet. tabificum* Pethybr.). — Sous le nom de « dartrose », Ducomet a décrit une altération de la Pomme de terre, d'abord observée en Bretagne, et qui, au cours de ces dernières années, a été retrouvée en diverses régions et a causé des dommages sensibles. Il s'agit d'une véritable pourriture sèche de la base des tiges, des stolons et des racines en sorte que la plante s'arrache sans résistance ; ces organes se dessèchent, l'écorce se montre craquelée, déchirée, souvent exfoliée et porte de nombreux petits points noirs. La destruction des parties souterraines de la plante provoque une dessiccation de la partie aérienne débutant par la base ; les feuilles se roulent fréquemment par leurs bords, mais restent molles et retombent le long des tiges, ce qui différencie la dartrose de la maladie de l'enroulement. Les tubercules sont également atteints et présentent des taches grises ou brunes, puis décolorées, avec ces points noirs semblables à ceux des tiges et des racines.

Le Champignon se présente généralement sous forme de petits sclérotes durs, compacts, remplissant une ou plusieurs cellules de l'hôte et constituant une forme de résistance du parasite. Les fructifications sont assez rares et très variables, d'où le nom de *Vermicularia varians* donné par Ducomet ; Dickson a montré que ce Champignon ne différait pas du *Colletotrichum atramentarium*. A côté de la forme *Colletotrichum* typique, avec stromas conidifères, aplatis, munis de poils raides, on rencontre souvent de véritables pycnides, munies ou non de poils. Cavadas a obtenu en outre en cultures une forme Hyphomycète à conidiophores dissociés et des chlamydospores à membrane épaisse, très foncée.

Le parasitisme de ce Champignon a été établi par des infections réalisées par Dickson, Cavadas, etc. ; mais d'après

ce dernier auteur, il n'est grave que dans le cas d'attaque au début de la végétation ; l'évolution est alors lente et les symptômes de flétrissure n'apparaissent qu'au moment de la floraison, fin juillet et en août. Quand l'infection est tardive, les dégâts sont à peu près nuls et le Champignon évolue rapidement. Il faut ajouter que des sclérotes et des fructifications identiques à ceux du *C. atramentarium* sont fréquents sur les racines et la base des tiges desséchées et que souvent le Champignon paraît se comporter en simple saprophyte.

La biologie du Champignon est encore peu connue ; il semble que la sécheresse prédispose les plantes à l'attaque.

Traitement. — On ne peut guère pour l'instant que conseiller la plantation des tubercules rigoureusement sains.

Parmi les autres *Glœosporium* et *Colletotrichum*, les plus importants sont les suivants :

Glœsoporium phomoides Sacc., sur les Tomates ;

G. Olivarum V. d'Alm., sur les Olives ;

G. amydgalinum Brizi, sur les fruits de l'Amandier ;

G. taxicolum Allesch., sur les jeunes plants d'If dans les pépinières :

Colletotrichum glœosporiodes Penz., sur les Aurantiacées.

De nombreuses espèces sont aussi signalées sur les plantes de serres : Orchidées, Aroïdées, Himantophyllum, etc.

Genre **Marssonia** Fischer.

Les *Marssonia* (*Marssonina* Magn.) ne diffèrent des *Glœosporium* que par leurs conidies bicellulaires.

Marssonia Rosæ (Bon.) Br. et Cav. [*Actinonema Rosæ* (Lib.) Fr.]. — Ce Champignon forme souvent en été et en automne de larges taches d'un brun rougeâtre sur les feuilles des Rosiers cultivés ; à la loupe ces taches paraissent formées de fibrilles rayonnant autour du centre, apparence due à la disposition du mycélium qui est presque exclusivement subcuticulaire et constitue de petits faisceaux rayonnants. Les fructifications apparaissent comme de petits points noirs à la face supérieure du limbe et sont constituées par un stroma étalé, couvert de conidies bicellulaires.

Wolf rattache au *Marssonia Rosæ* une forme parfaite qu'il désigne sous le nom de *Diplocarpon Rosæ*, qu'il rapproche des Microthyriacées (Pyrénomycètes), mais qui, d'après la description et les figures, paraît plutôt un Discomycète voisin de *Pseudopeziza*, mais à spores bicellulaires (*Fabræa*).

Les dégâts en général ne sont pas bien graves et se réduisent à une chute prématurée des feuilles.

Marssonia Secalis Oud. — Cette espèce s'attaque aux feuilles des céréales, surtout du Seigle et de l'Orge, et produit des taches pâles, entourées d'une bordure brune ; les spores sont allongées, bicellulaires et courbes.

La maladie peut prendre une certaine importance dans les printemps humides, en diminuant la vigueur des pieds.

D'autres espèces du même genre parasitent les feuilles de divers arbres, notamment des Peupliers ; citons aussi le *Marssonia Panattoniana* Berl., observé en Italie sur la Laitue qu'il attaque gravement.

Genre **Coryneum** Nees.

Chez les *Coryneum* les conidies souvent volumineuses, sont colorées à maturité et divisées par plusieurs cloisons transversales. Ces Champignons se rattachent, comme formes conidiennes, à des Sphériacées à périthèces groupés (*Melanconis*, *Pseudovalsa*) et nous en avons déjà cité une espèce comme rentrant dans le développement du *Melanconis modonia* (voir p. 264).

Un certain nombre de *Coryneum* (et de genres voisins), le plus souvent saprophytes sur les rameaux morts, peuvent parfois se comporter en parasites véritables des arbres et des arbustes ; Arnaud en a cité plusieurs cas : *Coryneum Kunzei* Corda sur Chêne, *C. angustatum* (Pers.) sur Charme, *C. microstictum* B. et Br. sur Rosier (Beauverie) et Aubépine, etc... On trouve d'ailleurs, chez les Champignons de ce groupe, tous les intermédiaires entre le saprophytisme et le parasitisme le mieux caractérisé.

Genre **Pestalozzia** de Notaris.

Les *Pestalozzia* sont caractérisés par la structure singulière de leurs conidies; celles-ci sont fusiformes, munies de plusieurs cloisons transversales, avec les loges médianes plus ou moins fortement colorées, les extrêmes coniques et hyalines ; la cellule supérieure porte à son sommet un certain nombre (une à cinq) de longs cils hyalins, divergents. Dans les *Pestalozzia* typiques, le stroma fructifère est étalé comme chez les autres Mélanconiées, mais on trouve tous les intermédiaires entre cette forme et de véritables pycnides ouvertes seulement par un pore.

La distinction des espèces chez des *Pestalozzia* est particulièrement difficile ; on trouve en effet sur des plantes diverses des formes qu'il est presque impossible de distinguer par des caractères morphologiques. Ces Champignons sont surtout répandus dans les régions chaudes, mais plusieurs ont été signalés sur les cultures de nos régions.

Pestalozzia Hartigii v. Tub. — Ce parasite se développe dans les pépinières au collet des jeunes plants d'Épicéa et de Sapin ; l'écorce se dessèche sur une longueur de quelques centimètres et se couvre de petites fructifications noires ; les conidies sont trois fois cloisonnées et portent trois cils hyalins.

Pestalozzia Guepini Desm. — Cette espèce attaque les feuilles des Camellias et de quelques autres plantes d'ornement (et du Théier dans les pays chauds) ; elle est fréquente dans l'ouest de la France. Les feuilles atteintes portent de larges taches qu'entoure une marge plus foncée et qui se couvrent de fructifications ponctiformes noires à leur face supérieure. Les conidies, trois à quatre fois cloisonnées, portent trois ou quatre cils terminaux.

Pestalozzia avicula Speg. (pl. LXXVIII, fig. 4-6). — Ce Champignon attaque les fruits et les feuilles de la Vigne, sur lesquels il forme des taches fauves; les spores, nées sur un stroma aplati, sont formées de cinq cellules, les trois médianes colorées, les extrêmes hyalines, et portent trois cils à leur sommet. Ce parasite est très peu répandu en France.

Citons aussi le *Pestalozzia funerea* Desm , assez fréquent dans les jardins sur les Conifères d'ornement, et le *P. Lupini* Sor., sur les jeunes Lupins : plusieurs espèces sont signalées dans les serres sur les feuilles des Palmiers : *P. palmicola* Sacc. et Syd. (*P. brevipes* Prill et Del.), *P. fuscescens* Sor.

III. — SPHÉROPSIDÉES

Dans les Sphéropsidées, qui comprennent les formes pycnide et spermogonie, on a distingué plusieurs groupes : les *Sphérioïdées*, à conceptacles arrondis, noirs, s'ouvrant par un pore ; les *Leptostromacées*, à conceptacles aplatis, clos ou s'ouvrant par une fente, et les *Excipulacées*, à conceptacles aplatis et s'ouvrant largement à maturité, un peu à la façon des Discomycètes. Presque toutes les espèces parasites appartiennent au premier groupe.

Genre **Phyllosticta** Persoon.

Ce genre comprend des formes qui se développent sur les feuilles, le plus souvent sur une macule, et possèdent des conceptacles arrondis, simples et des spores hyalines, sans cloison. Les *Phyllosticta*, extrêmement nombreux, renferment des parasites des plantes cultivées, mais ils ne causent jamais de maladies graves et leurs dégâts se bornent à la production de taches desséchées sur les feuilles. C'est ce qui a lieu pour les suivants :

Phyllosticta pirina Sacc., sur les feuilles du Poirier et du Pommier (var. *Mali*) ;

P. Mali Prill. et Del., sur le Pommier ;

P. prunicola Sacc., sur le Prunier ;

P. Brassicæ West., sur le Chou, etc.

Genre **Phoma** Fries.

Les *Phoma* ont la même structure que les *Phyllosticta*, mais ils vivent généralement sur les tiges des végétaux.

Ce genre est peu homogène et on l'a divisé en plusieurs

d'après la structure de la paroi des conceptacles et le mode de formation des spores.

Phoma Brassicæ Thüm. (*P. oleracea* Sacc.). — Ce Champignon est fréquent dans l'Ouest sur les tiges des Choux, notamment du Chou Moellier; il forme de larges taches brunâtres, couvertes de petits conceptacles noirs, légèrement aplatis ; les spores sont très petites et cylindriques. Ce parasite cause des dégâts assez importants, car les taches sont le point de départ d'une désorganisation qui pénètre et fait pourrir la tige ; les feuilles jaunissent et deviennent inutilisables.

Les jeunes plants peuvent également être atteints, de même que les Choux conservés en caves ou en silos. Dans ce dernier cas le mal se répand assez rapidement et détermine la pourriture des feuilles.

On ne peut que conseiller l'arrachage et la destruction par le feu des pieds atteints.

D'autres *Phoma* sont aussi parasites ; par exemple :

Phoma napobrassicæ Rostr., sur les Navets qu'il fait pourrir ; ce Champignon est très voisin du précédent.

P. Rostrupii Sacc. (*P. sanguinolenta* Rostr.), sur les Carottes, dont il attaque le collet et la partie supérieure de la racine ;

P. solanicola Prill. et Del., sur les tiges de la Pomme de terre ;

P. oleandrina Delacr., sur les rameaux du Laurier-Rose, etc.

Genre **Macrophoma** Berlese et Voglino.

Les *Macrophoma* diffèrent des *Phoma* par leurs stylospores volumineuses (au moins 15 μ de long) et englobées par une substance gélatineuse.

Le *M. dalmatica* (Thüm.) Berl. et Vogl. produit sur les Olives des taches d'un brun clair, entourées d'une bordure saillante.

Genre **Fusicoccum** Corda.

Les *Fusicoccum* se reconnaissent facilement à leurs pycnides composées, creusées dans un stroma, et à leurs stylospores fusiformes, hyalines et continues.

Fusicoccum abietinum (Hart.) Prill. et Del. (*Phoma abietina* Hart.) (pl. LXXVIII, fig. 7-9). — Ce parasite attaque les rameaux du Sapin pectiné dans les régions montagneuses (Vosges, Jura, etc.) ; généralement peu répandu, il prend certaines années un grand développement, mais sans jamais causer de sérieux dégâts dans les forêts. Le mycélium envahit un rameau et s'étend dans l'écorce et le cambium sur une longueur de quelques centimètres ; cette partie tuée se limite par deux bourrelets cicatriciels, qui arrêtent la progression du Champignon. De chaque côté de la zone morte, les parties restées saines continuent de croître et d'augmenter de diamètre la partie tuée se trouve ainsi former un anneau rétréci bien visible. Mais, au bout d'un temps variable suivant la grosseur du rameau (dix-huit mois, selon Mer, pour des rameaux de quelques centimètres de diamètre), toute la partie située au delà de la lésion se dessèche, les feuilles jaunissent, puis prennent la coloration brun rouge des aiguilles mortes. Hartig a constaté aussi l'attaque de grosses branches et même du tronc ; mais alors la lésion se limite avant d'en avoir fait le tour.

Les fructifications se montrent sur toute l'écorce tuée de la partie rétrécie ; ce sont de petites pustules noires constituées par un stroma creusé de loges irrégulières, tapissées de stérigmates filiformes. Les conidies sont fusiformes, incolores ; elles germent facilement.

Les dégâts causés par le *Fusicoccum* ne sont jamais bien grands ; la maladie ne sévit guère avec intensité que dans les régions élevées où le Sapin n'a pas une grande vigueur. Les autres Conifères (Épicéa) sont indemnes.

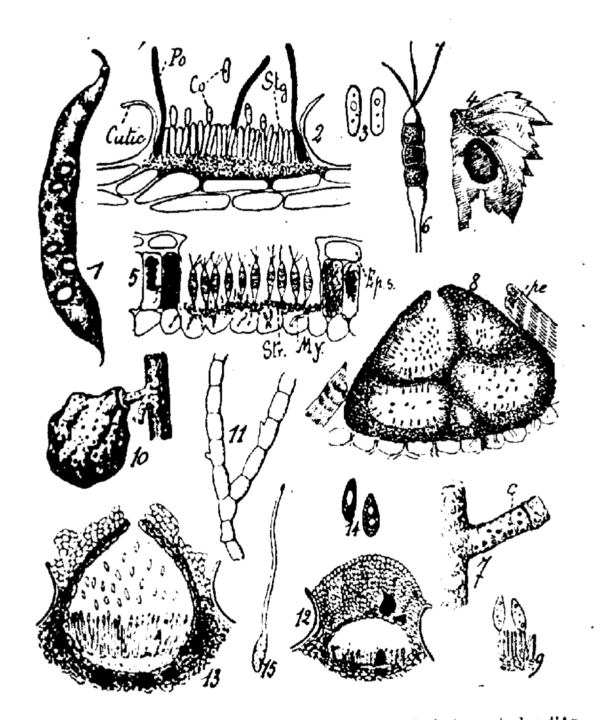
Signalons le *Fusicoccum Amygdali* Delacr. observé en parasite sur les rameaux de l'Amandier.

Genre **Cytospora** Ehrenb.

Chez les *Cytospora*, les stromas fructifères, ordinairement coniques, enfoncés dans les tissus et terminés par un col saillant, sont creusés de chambres irrégulières et sinueuses, ouvertes par un ou plusieurs pores traversant le col et tapissés

PLANCHE LXXVIII

Mélanconiées. — Sphéropsidées.



Colletotrichum Lindemuthianum. — 1, une gousse de Haricot avec taches d'Anthracnose. — 2, coupe d'une fructification : *Cutic.*, cuticule : *Stg.*, stérigmates; *Co.* conidies ; *Po.*, poils. — 3, conidies.

Pestalozzia uvicola. — 4, une tache sur feuille de Vigne. — 5, coupe d'une fructification ; *Ep.*, *s.*, épiderme supérieur de la feuille ; *My.*, mycélium ; *Str.*, stroma. — 6, conidie.

Fusicoccum abietinum. — 7, fragment de rameau de Sapin attaqué par le parasite et présentant des pycnides *C.* — 8, coupe de la pycnide (pluriloculaire). — 9, stylospores et stérigmates.

Coniothyrium diplodiella. — 10, grain de raisin attaqué. — 11, le mycélium dans la pulpe du grain. — 12, une pycnide jeune surmontée du stroma. — 13, pycnide adulte. — 14, stylospores. — 15, stylopore germant (d'après Cavara).

de stérigmates rameux à petites spores hyalines, courbées en saucisse. Un grand nombre de formes de ce type se rencontrent en saprophytes sur les rameaux morts et se rattachent à des Sphériacées composées, généralement à des *Valsa* (à petites ascospores courbées). Quelques-unes sont regardées comme pouvant devenir parasites, au moins sur des arbres affaiblis.

Ainsi Aderhold a rendu un *Cytospora* (*C. rubescens* Fr.?) responsable du dépérissement et de la mort des arbres fruitiers dans la région rhénane, alors que d'autres auteurs tendent à y voir un saprophyte ou tout au moins un demi-parasite attaquant des arbres ayant subi l'action des gelées.

Des espèces identiques ou très voisines ont été signalées sur d'autres arbres fruitiers ; mais leur rôle pathogène n'est pas établi avec certitude.

Genre **Coniothyrium** Corda.

Ce genre diffère de tous les précédents par la coloration brune des stylospores ; c'est un *Phoma* à spores colorées.

Coniothyrium diplodiella (Speg.) Sacc. (pl. LXXVIII, fig. 10-15). — Ce parasite produit le *rot blanc* ou *rot livide* de la Vigne. En général, seules les grappes sont atteintes ; ce n'est qu'exceptionnellement que des lésions ont été observées sur les sarments et même sur les feuilles (de Istvanffi).

Dans les grappes, l'attaque débute ordinairement sur les rafles et progresse rapidement en amenant le brunissement et la destruction des tissus. Selon les cas, ou bien toute la partie de la grappe située au delà du point d'attaque brunit et se dessèche brusquement, ou bien, et le fait est plus fréquent, elle est envahie par le mycélium ; les grains prennent alors une couleur grisâtre et se couvrent de nombreuses petites pustules blanchâtres. Quelquefois la pourriture des pédicelles amène la chute des grains avant leur invasion par le mycélium. On voit que le développement du rot blanc est très différent de celui du Black-rot : dans le premier, toute la grappe ou toute une partie de la grappe est attaquée par le mycélium, qui s'y étend de proche en proche ; dans le second, au contraire, chaque grain est attaqué isolément, et on peut trouver sur la

même grappe des grains sains au milieu de grains desséchés.

Les rafles, les pédicelles et la pulpe des grains envahis par le *Coniothyrium* sont infiltrés de filaments mycéliens incolores, cloisonnés, ramifiés à angle aigu ces hyphes se rassemblent dans la partie superficielle de l'organe atteint en petits stromas blanchâtres, dont le développement soulève et fait céder la cuticule. C'est dans la partie interne de ces stromas que se forment les pycnides (1) ; dans le jeune âge, elles sont recouvertes par la masse mycélienne sous laquelle elles se sont développées ; en grossissant, elles la soulèvent, et à maturité ce sont des conceptacles à paroi mince, globuleux ou un peu aplatis, s'ouvrant par un pore terminal. Les stylospores naissent sur le fond de la pycnide qui seul est tapissé de stérigmates filiformes ; elles sont de forme variable, ovoïdes, fusiformes ou piriformes et prennent à maturité une coloration brune. La germination se fait par filament.

Viala a signalé des spermogonies à petites spores ovoïdes hyalines ; elles ont été retrouvées par de Istvanffi. On a décrit aussi plusieurs formes conidiennes tant sur les raisins (Perraud) que dans les cultures artificielles du Champignon (de Istvanffi). Quant aux périthèces observés par Viala et décrits par cet auteur sous le nom de *Charrinia diplodiella*, rien ne vient démontrer qu'ils sont bien la forme parfaite du Champignon ; ils n'ont d'ailleurs pas été retrouvés.

Le parasitisme du *Coniothyrium diplodiella* a été prouvé par de nombreuses expériences d'infection (Pirotta, Fréchou, etc.); mais ce n'est qu'un parasite de blessure, ce qui explique que les invasions graves coïncident souvent avec une chute de grêle ou une attaque violente de Cochylis. Le *Coniothyrium* ne se développe que sur des fruits déjà gros et, dans les années humides, peut anéantir une partie de la récolte ; la sécheresse, par contre, en arrête l'extension.

Traitement. — Les sels de cuivre sont à peu près sans action sur la germination des spores du *Coniothyrium diplodiella*, si bien que la récolte et la destruction des organes

(1) Ces pycnides diffèrent très sensiblement dans leur structure de celles des autres *Coniothyrium*

atteints sont le procédé le plus pratique de protection contre une invasion ultérieure.

Parmi les autres *Coniothyrium* parasites, certains produisent des taches sur les feuilles des plantes d'ornement : *Coniothyrium concentricum* (Desm.) Sacc. sur les Yucca, *C. Hellebori* Cooke et Massee sur la Rose de Noël. D'autres espèces sont accusées de produire des lésions chancreuses sur les rameaux, comme le *C. Wernsdorffiæ* Lanb., sur le Rosier et le *C. tumefaciens* Gussow sur les Ronces.

Genre **Sphæropsis** Léveillé.

Les *Sphæropsis* diffèrent des *Coniothyrium* par la taille de leurs spores, de la même façon que les *Macrophoma* des *Phoma* ; ce sont des *Coniothyrium* à grandes spores ou encore des *Macrophoma* à spores brunes.

Sphæropsis pseudo-Diplodia (Fuck.) Delacr. — Ce parasite a été observé en France sur les rameaux du Pommier. L'écorce brunit sur une certaine étendue, se déprime, puis se craquelle profondément en fragments irréguliers ; l'altération atteint les premières couches du bois, mais ne les dépasse pas. Les branches atteintes se dessèchent ou continuent à croître selon l'étendue de la lésion. Les fructifications du *Sphæropsis pseudo-Diplodia* consistent en pycnides volumineuses renfermant de grosses spores restant longtemps hyalines, puis prenant une coloration brun clair.

Ce Champignon est voisin du *Sphæropsis malorum* Peck qui, aux États-Unis, attaque les fruits et les rameaux de divers arbres fruitiers et avec lequel il a été identifié par plusieurs auteurs ; la forme américaine qui existe également en France, mais n'y paraît pas parasite, se distingue cependant à ses spores plus étroites et devenant très vite d'un brun foncé ; elle rentrerait dans le cycle de dévelopement d'une Sphériacée, le *Physalospora Cydoniæ*.

Une autre espèce voisine, *Diplodia Griffoni* Sacc., a été rencontrée sur le Poirier ; les rameaux portent des taches desséchées, très nettement limitées, qui se craquellent irrégulière-

ment et se brisent en fragments adhérents au bois. Les stylospores sont bien différentes de celles des espèces précédentes par la présence constante d'une cloison transversale (Griffon et Maublanc).

Le traitement du chancre peut être appliqué contre ces divers parasites.

Genre **Ascochyta** Libert.

Les *Ascochyta* offrent de grandes analogies avec les *Phyllosticta*, dont ils ne diffèrent que par leurs stylospores pourvues d'une cloison transversale.

Nous avons déjà parlé de l'*Ascochyta Pisi* Lib., pycnide du *Sphærella pinodes* (Voy. p. 245); parmi les autres espèces, nous citerons les suivantes :

Ascochyta hortorum (Speg.) Smith, qui attaque les feuilles, les fruits et les rameaux de diverses Solanées et surtout de l'Aubergine;

A. Caricæ Rab., sur le Figuier ;

A. Syringæ Bres., sur les feuilles des Lilas ;

A. Hydrangeæ Arn. et Mme Arn., sur Hortensia ;

A. Nicotianæ Pass., sur les feuilles du Tabac ;

A. Fagopyri Bres., sur Sarrasin, etc.

Genre **Diplodina** Westend.

Dans ce genre, les stylospores sont cloisonnées comme chez les *Ascochyta*, mais les pycnides se forment, non pas sur des taches des feuilles et des fruits, mais en général sur les rameaux.

Diplodina Castaneæ Prill. et Delacr. (pl. LXXIX, fig. 4-6). — Le *Javart des Châtaigniers* cause de graves dégâts dans les taillis en attaquant les jeunes rejets ; il produit des taches allongées, où l'écorce brunit, se déprime, puis se dessèche et se crevasse profondément ; ce sont de véritables chancres qui, en s'étendant, arrivent à faire le tour des tiges et à les tuer en quelques années. Même quand le rameau continue à vivre, il reste inutilisable pour nombre d'usages.

Les fructifications du *Diplodina Castaneæ* apparaissent (assez

rarement) sur l'écorce morte des chancres ; ce sont de petites pycnides aplaties, simples ou divisées intérieurement par une ou deux cloisons souvent incomplètes (1). Les spores sont fusoïdes, hyalines, uniseptées et portées au sommet de fins stérigmates.

Le seul traitement à conseiller consiste à couper et brûler les tiges atteintes.

Diplodina parasitica (Hart.) Prill. — Ce Champignon attaque l'Épicéa ; il pénètre au printemps à la base des jeunes pousses, qui, sous son action, se dessèchent et perdent leurs aiguilles. Sur les rameaux morts apparaissent de très petites pycnides ; les spores qui sortent agglutinées en un fil blanc, sont hyalines, fusiformes, allongées, bicellulaires.

Genre **Septoria** Fries.

Les *Septoria* constituent un groupe extrêmement nombreux de Champignons imparfaits vivant le plus souvent en parasites sur des taches foliaires, mais ne causant que rarement de graves dommages. Les pycnides sont arrondies, simples ; les stylospores très allongées, filiformes, continues ou multicloisonnées.

Septoria des Céréales. — Les Céréales et les Graminées sauvages sont souvent attaquées par diverses espèces de *Septoria*. Le *Septoria glumarum* Pass. se trouve sur les épis au moment de la maturité sans causer de grands dégâts. Mais il en est autrement des *Septoria graminum* et *Tritici ;* ces deux Champignons peuvent prendre une grande extension dans les printemps froids et humides, quand la végétation des Céréales est languissante ; leur action vient souvent s'ajouter à celle de la rouille (*Puccinia glumarum*), à laquelle ils sont souvent associés. Les feuilles se dessèchent et meurent ; les pieds se développent mal ou même périssent sans arriver à fleurir.

Septoria graminum Desm. — Le *Septoria graminum* attaque le Blé, l'Avoine et quelques Graminées sauvages ;

(1) Par ce caractère ce Champignon s'éloigne des vrais *Diplodina* à pycnides simples et se rapproche des *Cytodiplospora* Oud.

Planche LXXIX

Sphéropsidéés.



Diplodina Castaneæ. — 4, tige de Châtaignier montrant le chancre fructifié. — 4 *bis*, coupe d'une pycnide. — 6, stylospores.

Septoria Tritici. — 7, feuille de Blé attaquée. — 8, coupe tangentielle de la feuille montrant le pore, *Op.*, d'une pycnide. — 9, portion de la paroi d'une pycnide montrant l'insertion des spores. — 10, spore. — 11, germination d'une spore (d'après Krüger).

Septoria ampelina. — 12, portion de feuille de Vigne attaquée. — 13, coupe d'une pycnide. — 14, stylospore.

il produit sur les feuilles et les gaines des taches de dimension et d'aspect assez variables : tantôt ce sont des macules jaunâtres, rondes ou allongées, entourées d'une bordure brune ; tantôt l'extrémité de la feuille se dessèche ; tantôt la feuille est atteinte tout entière. Les pycnides, généralement très petites et à peine visibles à l'œil nu, sont arrondies, à paroi mince et placées sous les stomates par lesquels s'échappent les spores. Celles-ci sont très allongées (de longueur variable d'ailleurs), d'apparence continue, mais en réalité munies de minces cloisons que seul l'emploi des colorants permet d'apercevoir. Elles germent en émettant des filaments sur lesquels naissent des conidies secondaires.

Le parasitisme du *Septoria graminum* a été mis en évidence par Krüger et surtout par Mangin, qui a pu observer la perforation de la membrane par le filament germinatif.

Septoria Tritici Desm. (pl. LXXIX, fig. 7-11). — Ce Champignon, plus spécial au Blé, se distingue facilement du précédent par ses pycnides plus grosses, ses spores plus épaisses et très visiblement cloisonnées. A la germination, les spores augmentent de taille, se cloisonnent abondamment, puis émettent de nombreux filaments portant des conidies secondaires. De Janczewski a observé, au milieu des pycnides du *Septoria Tritici*, des spermogonies à petites spores filiformes. Quant aux périthèces (*Leptosphæria Tritici*), fréquemment associés aux pycnides, ils paraissent appartenir à une autre espèce, qui vit en saprophyte sur les feuilles tuées par le *Septoria* (de Janczewski).

Traitement. — Les sels de cuivre empêchent la germination des spores, même à une dose très faible ; mais leur emploi n'est pas pratique en grande culture. Le mal sera atténué par le drainage des sols humides, le semis en ligne, mesures qui contribuent à diminuer l'humidité et à augmenter l'aération des Céréales.

Septoria ampelina Berk et Curt. (pl. LXXIX, fig. 12-14). — Les feuilles de Vigne atteintes de *Mélanose* montrent de petites taches anguleuses, brunes, puis noires, souvent confluentes en plaques irrégulières ; les pycnides prennent naissance sur les deux faces de la feuille ; elles sont arrondies et

s'ouvrent largement pour émettre un faisceau de spores filiformes et cloisonnées.

Les dégâts causés par ce parasite n'ont pas grande importance.

Septoria Apii (Br. et Cav.) Rostr. — Ce parasite est fréquent sur les feuilles du Céleri qu'il couvre tantôt de grandes taches jaunâtres ou brunâtres, parsemées de petits points noirs sur leurs deux faces, tantôt d'une quantité de très petites et très nombreuses pustules ; cette dernière forme est la plus grave, les feuilles se recroquevillent et se dessèchent. On rencontre également le Champignon sur les tiges et sur les fruits. Dans tous les cas, les pycnides sont arrondies et renferment des spores filiformes divisées par trois cloisons transversales.

Klebahn a cultivé le *Septoria Apii* et a obtenu un mycélium supportant des conidies analogues aux stylospores.

L'apparition du parasite dans les cultures résulte ordinairement du semis de graines portant des fructifications ; les plantules sont atteintes, puis le Champignon se répand par invasions secondaires successives, favorisées par l'humidité.

Traitement. — Emploi de graines indemnes ou au moins désinfectées (sulfate de cuivre ou formol).

Septoria Petroselini Desm. — Cette espèce est très voisine de la précédente qu'on lui réunit souvent comme variété ; elle s'attaque au Persil et se comporte de façon analogue.

Signalons encore les espèces suivantes :

Septoria Lycopersici Speg., sur les feuilles de la Tomate ;
S. Cucurbitacearum Sacc., sur les Cucurbitacées ;
S. Pisi West., sur le Pois ;
S. Lactucæ Pass., sur la Laitue ;
S. Cannabis (Lasch.) Sacc., sur le Chanvre ;
S. Humuli West., sur le Houblon ;
S. Limonum Pass., sur les Aurantiacées ;
S. Antirrhini Desm., sur les Mufliers, etc...

IV. — CHAMPIGNONS STÉRILES

Parmi les Champignons stériles, chez lesquels aucune forme de fructification n'est connue de façon certaine, deux genres seulement nous intéressent, les *Sclerotium* et surtout les *Rhizoctonia*.

Genre **Rhizoctonia** de Candolle.

Les *Rhizoctonia* comprennent un petit nombre de Champignons à vie souterraine, dont les filaments attaquent les racines des plantes et forment à leur surface un feutrage de coloration violette ou brune et par places des sclérotes plus ou moins volumineux. Quelques auteurs les avaient rapportés à une Sphériacée, le *Leptosphæria circinans* (Fuck.) Sacc., dont les pycnides et les périthèces s'observent parfois en automne sur les racines tuées par le *Rhizoctonia*; mais ce rapprochement n'est pas toujours fondé et on sait maintenant que certains Rhizoctones sont des formes stériles de Basidiomycètes du genre *Corticium*. — Nous avons déjà parlé (Voy. p. 144) du *Rhizoctonia Solani* et d'une variété du *R. violacea* (*f. Dauci*) qui se rattachent à des *Corticium*; il nous reste à dire quelques mots de formes qu'on groupe sous le nom de *Rhizoctonia violacea* et dont les basides n'ont pas encore été rencontrées; ces formes sont assez voisines morphologiquement, sans être identiques, et appartiennent sans doute à des espèces distinctes.

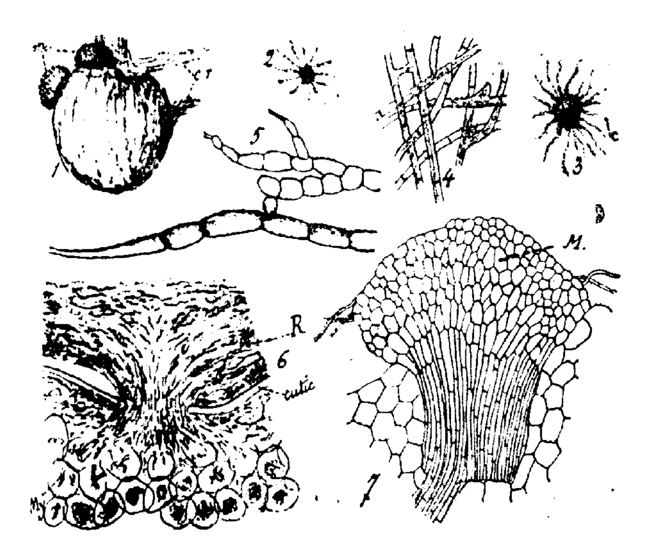
Rhizoctonia violacea Tul. (pl. LXXX). — Ce parasite est fréquent et cause des dégâts importants dans les cultures; il attaque un très grand nombre de plantes, notamment l'Asperge, la Luzerne, les Trèfles, le Sainfoin, le Safran; sur les Pommes de terre et les Betteraves, ses attaques sont moins graves. On le trouve aussi sur quelques plantes sauvages.

L'aspect du parasite varie suivant les racines qu'il envahit; dans tous les cas, on peut distinguer un mycélium filamenteux et des sclérotes de taille variable.

Le mycélium forme à la surface des organes souterrains des

Planche LXXX

Formes stériles.



Rhizoctonia violacea. — 1, bulbe de Safran tué par la Rhizoctone; *m.*, gros sclérotes veloutés; *cr.*, cordons mycéliens courant dans le sol d'une plante à l'autre. — 2 et 3, corps milliaires (grossis). — 4, filaments mycéliens. — 5, filaments renflés faisant le passage entre les précédents et ceux des sclérotes. — 6, pénétration d'un bulbe de Safran à travers un stomate par les filaments *My.*, issus d'un corps milliaire *R.* — 7, un corps milliaire *M* envoyant un faisceau de filament parallèle à l'intérieur d'une Carotte fourragère.

plantes une couche brune ou violacée très caractéristique, purement superficielle ; il est formé de tubes cylindriques, cloisonnés, ramifiés à angle droit, blancs au début, colorés en rouge brun ou en violacé à la fin, qui souvent se réunissent en cordonnets anastomosés. Par places, ce mycélium filamenteux s'agrège en petits amas (*corps tubéroïdes*), où les filaments sont plus irréguliers et abondamment cloisonnés. De véritables sclérotes prennent également naissance à la surface des racines ; les plus fréquents sont les *corps miliaires*, produits par l'enroulement de filaments mycéliens ; leur surface est dure, d'un brun foncé ; ils sont fortement appliqués sur la plante hospitalière, dans laquelle ils s'insinuent et envoient un faisceau de filaments mycéliens rayonnants. Ces corps miliaires ne sont donc pas, comme on l'a souvent cru, des périthèces non évolués ; il est bien plus rationnel de les considérer, avec Prillieux, comme des sortes de suçoirs.

La progression du *Rhizoctonia* s'effectue dans le sol par des filaments qui se répandent tout autour de la plante attaquée et propagent l'infection de proche en proche ; la maladie fait donc tache d'huile.

Sur le Safran, où le mal est connu sous le nom de *Mort du Safran*, le mycélium filamenteux s'étend à la surface et entre les tuniques des bulbes ; il produit des corps tubéroïdes et des corps miliaires, qui, à travers les stomates des tuniques, envoient dans les tissus de nombreux filaments. On rencontre aussi à la surface des bulbes de gros sclérotes un peu charnus, à surface veloutée, d'un rouge brun.

Sur la Luzerne et le Trèfle, le *Rhizoctonia* a une coloration d'un violet plus vif que sur le Safran ; le mycélium couvre toute la surface des racines et y forme de petits corps miliaires hémisphériques ; ces sclérotes émettent à leur face inférieure un faisceau de filaments serrés parallèlement qui s'insinuent en coin entre les cellules du périderme de la racine, les dissocient et vont s'épanouir dans les tissus sous-jacents. Toute la partie charnue des racines est détruite par le Champignon, qui ne respecte que les parties lignifiées et le périderme.

Sur les Betteraves, l'Asperge, les caractères du Champignon sont sensiblement les mêmes que sur la Luzerne ; les corps

miliaires sont en général plus petits et plus enfoncés dans les tissus.

Les observation de Ducomet sur le Rhizoctone de la Luzerne montrent nettement que c'est une maladie des milieux secs et des terres peu profondes ; le développement du parasite est en effet en raison inverse de la vigueur de la plante, et comme cette dernière est en relation étroite avec l'humidité on conçoit que le mycélium s'étende surtout dans les années sèches et sur les places où le sol est peu profond, condition qui mettent la luzerne en état de réceptivité.

Traitement. — Le *Rhizoctonia violecea* est l'un des parasites les plus difficiles à atteindre et à détruire ; il peut, en effet, persister dans le sol pendant de longues années. Aussi en grande culture le seul procédé pratique est de ne cultiver sur les sols, infectés que des plantes incapables de servir de support au parasite ; les Céréales sont dans ce cas. Si une tache apparaît au milieu d'un champ indemne, on peut en arrêter l'extension en la cernant par un fossé et en traitant le sol comme pour les pourridiés : on extirpe et on brûle tous les débris de la plante malade, et on procède à une désinfection du sol. Pour cette désinfection, de nombreuses substances ont été conseillées : composés phénoliques, sulfate de fer, chaux vive, etc. Celles qui paraissent avoir donné les meilleurs résultats sont le sulfure de carbone et le formol, employés au moyen du pal injecteur. Pour le traitement d'extinction, il faut une dose de 250 grammes de sulfure de carbone ou de 60 grammes de formol par mètre carré. Ce procédé, qui ne donne trop souvent que des résultats incomplets, est trop onéreux pour être pratiqué en grande culture autrement que pour l'extinction de taches peu étendues de *Rhizoctonia* ; dans la culture maraîchère, il peut par contre rendre de grands services.

Genre **Sclerotium** Tode.

On range provisoirement sous ce nom les sclérotes dont le développement ultérieur n'est pas connu.

Sclerotium cepivorum Berk. — C'est un parasite de l'Ail,

de l'Oignon et de quelques autres *Allium*; il attaque les bulbes et forme à leur surface et entre les tuniques un revêtement mycélien blanc, peu abondant, qui rapidement s'agrège en petits sclérotes arrondis, noirs, ressemblant à des grains de plomb. D'après Voglino, le mycélium produirait aussi une forme conidienne du type *Sphacelia*; cependant, dans toutes les cultures que nous avons faites de ce Champignon, nous n'avons jamais obtenu qu'une formation abondante de sclérotes semblables à ceux qu'on trouve sur les bulbes.

D'autres sclérotes ont été signalés sur des plantes cultivées surtout dans les régions chaudes; c'est le cas du *Sclerotium Oryzæ*, Cav., parasite du riz et de formes voisines. Plusieurs ont été rencontrés au Maroc sur la betterave.

DEUXIÈME PARTIE

MALADIES BACTÉRIENNES

I. — LES BACTÉRIACÉES

Les Bactériacées peuvent être définies : des organismes végétaux dépourvus de chlorophylle, d'une petitesse extrême, le plus souvent doués de mouvements actifs. Appelées plus simplement *Bactéries*, elles constituent un groupe dont l'importance en pathologie végétale devient tous les jours plus grande, grâce aux travaux de savants parmi lesquels ont doit citer en première ligne Erwin Smith.

Morphologie. — C'est dans le groupe des Bactéries que se rangent les êtres vivants dont la taille est la plus infime. On admet même assez généralement aujourd'hui qu'il existe des Bactéries invisibles aux plus forts grossissements du microscope et dont la taille doit être inférieure à 1/10 000[e] de millimètre (1/10 de μ).

Dans la majeure partie des Bactéries, la plus grande dimension varie entre 1 et 3 millièmes de millimètre (μ). Certaines espèces filamenteuses peuvent néanmoins acquérir une longueur beaucoup plus grande.

La forme, chez les Bactéries, se rapporte à trois types fondamentaux : forme arrondie, forme allongée courte, droite ou courbée, et forme filamenteuse.

Une Bactérie arrondie et isolée est un *Micrococcus ;* en forme de cylindre court, c'est un *Bacillus ;* incurvée en virgule, c'est

un *Vibrio;* en forme d'hélice à un ou plusieurs tours de spire, c'est un *Spirillum.* Une forme très allongée, grêle, formée d'un filament généralement sans cloisons transversales, non ramifié, est un *Leptothrix.* Quand le filament présente une fausse ramification latérale, irrégulière le plus souvent, c'est le type *Cladothrix* vrai de Macé.

On peut rattacher aux Bactériacées les *Actinomyces* (*Oospora* de certains auteurs), espèces filamenteuses réellement ramifiées qu'on considère souvent comme des champignons.

Ces formes peuvent se compliquer par l'association, suivant divers modes, d'individus semblables : deux microcoques tangents constituent un *Diplococcus;* des microcoques associés en chaîne forment un *Streptococcus.* Lorsque les *Coccus* sont assemblés, souvent irrégulièrement, en forme de grappe, ils constituent un *Staphylococcus.* Rapprochés par quatre et tangents, des microcoques forment une *Tétrade.* Une forme plus compliquée est réalisée dans le type *Sarcina,* où les microcoques tangents entre eux, associés suivant les trois dimensions, forment un corps cubique régulier.

Deux *Bacillus* disposés bout à bout forment un *Diplobacillus;* une chaîne de *Bacillus* est un *Streptobacillus* (pl. LXXXI).

Il faut ajouter que, pour une espèce donnée, la forme n'est point immuable et que certaines Bactéries peuvent changer complètement leur forme quand on modifie le milieu où elles végètent. Cette propriété est particulièrement marquée pour le *Bacillus pyocyaneus.*

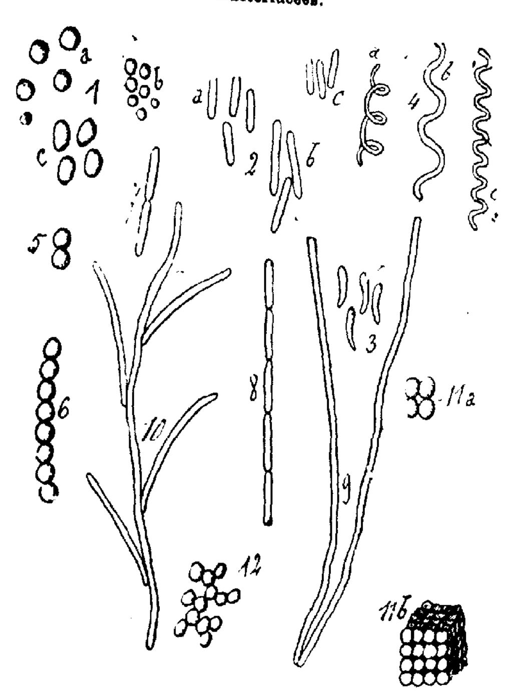
Beaucoup d'espèces cultivées dans des conditions de milieu défavorables se déforment souvent irrégulièrement, produisant ce qu'on a appelé des *formes d'involution* (pl. LXXXII fig. 13).

Structure. — Un élément bactérien est une cellule isolée possédant membrane et contenu.

La membrane n'est pas facilement mise en évidence. Elle présente les réactions chimiques des albuminoïdes ; cependant la présence de la cellulose aurait été mise en évidence dans quelques espèces.

PLANCHE LXXXI

Bactériacées.



1, *Coccus*; *a*, *b*, *c*, formes diverses : 2. *Bacillus*; 3, *Vibrio*; 4, *Spirillum*; 5, *Diplococcus*; 6, *Streptococcus*; 7, *Diplobacillus*; 8, *Streptobacillus*; 9, *Leptothrix*; 10, *Cladothrix*; 11 *a*, *Tétrade*; 11 *b*, *Sarcina*; 12, *Staphylococcus*.

La partie la plus externe de la membrane se transforme fréquemment en une sorte de gelée, qui prend dans certaines espèces une extension assez considérable ; c'est ce qu'on a appelé une *zooglée*. On a désigné sous le nom de *capsule* une différenciation plus complète de la zooglée, dont le bord, au lieu d'être indécis, est franchement arrêté. Les zooglées et les capsules sont toujours hyalines et ne peuvent être nettement distinguées qu'à la suite d'une coloration spéciale.

Le contenu de l'élément est tantôt hyalin, tantôt, et c'est le cas des Bactéries chromogènes, il peut s'imprégner de substances colorées diverses.

Longtemps on a soutenu que chez les Bactériacées il y avait absence totale de noyau, mais cette opinion n'a plus guère de défenseurs à l'heure actuelle, et, si quelques-uns admettent l'existence d'un véritable noyau central, la plupart pensent que le protoplasma, d'apparence homogène dans les éléments jeunes, acquiert ensuite une structure alvéolaire avec granules disséminés sur les cadres du réseau plasmique et présentant les réactions colorées de la chromatine ; il y aurait donc une sorte de noyau diffus.

On trouve parfois dans le corps des Bactéries une ou plusieurs vacuoles, dont, suivant certains auteurs, l'apparition peut être due dans quelques cas aux procédés de fixation et de coloration employés (pl. LXXXII, fig. 16).

Nombre d'espèces bactériennes montrent à leur surface une ou plusieurs fines expansions, qu'on appelle *cils vibratiles*, de longueur variable avec chaque espèce. Le cil est unique ou il en peut exister un ou plusieurs à chaque extrémité (pl. LXXXII, fig. 14). Le corps entier peut même en être couvert (pl. LXXXII, fig. 15). La nature exacte et l'origine du cil sont encore contestées. Pour Van Tieghem, ils proviendraient de la paroi exclusivement. Pour d'autres, ils seraient de nature protoplasmique et pourraient, d'après Fischer, faire issue de la membrane par de fins orifices.

Les cils n'existent en général que chez les éléments jeunes et ne peuvent être mis en évidence que par des méthodes spéciales de coloration.

Motilité. — Un grand nombre de Bactériacées sont suscep-

tibles de se mouvoir. Le mouvement peut être très rapide ; et, bien qu'un certain nombre d'espèces soient dépourvues de ce caractère, c'est pourtant un de ceux qui frappent le plus chez ces organismes. Ce phénomène comporte le plus souvent un mouvement de translation suivant une direction donnée, et en même temps une oscillation autour de l'axe. Chez les Spirilles, en même temps que l'élément progresse, il se meut autour de son axe et présente même parfois des mouvements d'ondulation.

Un certain nombre de Bactériacées, telle la Bactérie du charbon, sont entièrement immobiles.

La chaleur, la lumière, la quotité de l'oxygène contenu dans le milieu ont sur l'intensité du mouvement une action évidente. Cette intensité varie notablement, dans beaucoup de circonstances, aux diverses périodes de l'existence d'une Bactérie. Le mouvement cesse quand des Bactéries sont réunies en zooglées, fréquemment aussi à la formation des spores.

Propriétés biologiques. — Les Bactériacées présentent, au point de vue biologique, des caractères variables, nombreux, très tranchés suivant les espèces.

Au point de vue qui nous occupe, nous devons diviser les Bactériacées en deux groupes :

Les Bactériacées *saprophytes ;*

Les Bactériacées *parasites*, dites pathogènes.

Bactériacées saprophytes. — Ce sont celles qui vivent *toujours* aux dépens de la matière non vivante. Elles sont nombreuses comme espèces, et leur rôle, qui est d'ailleurs fort important dans la nature, ne doit pas nous occuper ici.

Bactériacées parasites. — Elles végètent aux dépens des tissus vivants. Mais il ne semble pas, du moins jusqu'ici, qu'on puisse en trouver une seule qui soit un *parasite obligatoire* incapable de se développer en milieu non vivant.

La faculté pathogène, c'est-à-dire l'aptitude que possède une espèce bactérienne donnée à produire l'état de maladie dans un organisme vivant, n'est généralement pas indéfinie. Bien des facteurs, action des agents physiques (chaleur, lumière), des antiseptiques, etc., peuvent faire varier le degré de « virulence », l'annuler parfois. Mais ces faits n'ont encore

été que peu étudiés dans les maladies bactériennes des plantes.

La culture en milieu artificiel, non vivant, de la Bactérie pathogène d'une plante lui fait souvent perdre ses propriétés virulentes. Mais inversement, nous en avons parlé (1), les expériences d'Émile Laurent ont prouvé que, par des artifices de culture ingénieux, on pouvait faire vivre en vrais parasites des Bactéries considérées jusqu'alors comme incapables de pénétrer l'organisme des végétaux vivants. Ce fait n'est pas spécial aux Bactéries, on le rencontre aussi parfois chez les Champignons. Certains de ces « parasites facultatifs », nous le savons déjà, causent, par leur extension considérable, des maladies pouvant devenir très dommageables.

De ce qui précède, et surtout de la facilité avec laquelle la virulence s'acquiert et se perd, on peut conclure que, au moins dans la grande majorité des cas, les Bactéries parasites des plantes ne sont que des races plus ou moins fixées des espèces saprophytes banales du sol et des eaux, comme les Bacilles fluorescents.

Presque toujours, cependant, les pathologistes qui décrivent des maladies bactériennes sont tentés de considérer la Bactérie pathogène comme spécifique et de lui donner un nom spécial ; nous conservons ces noms, qui sont commodes dans la pratique, mais sans pour cela rien préjuger de l'identité réelle de l'organisme incriminé. Ainsi, d'après Hardin Morse et Jones, il n'y a aucune différence entre les formes décrites sous les noms de *Bacillus carotovorus*, *oleraceæ*, *omnivorus*, *Pseudomonas destructans*, etc.

Nous ajouterons que, chez les végétaux, les Bactéries sont en général des parasites de blessure, et que souvent les insectes jouent un rôle dans l'infection.

Quel que soit leur genre de vie, qu'elles soient parasites ou saprophytes, nous devons considérer chez les Bactéries leurs fonctions nutritives générales, respiration et alimentation ; on doit noter aussi leurs propriétés chimiques ou fermentatives

(1) Voy. Dr G. Delacroix, *Maladies des plantes cultivées*, maladies non parasitaires.

spéciales, ainsi que les propriétés chromogènes et lumineuses d'un certain nombre d'entre elles.

Respiration. — Les Bactéries, comme tous les êtres vivants, absorbent l'oxygène par le fait de la respiration. Suivant qu'elles utilisent l'oxygène libre ou dissous dans les liquides, ou bien qu'elles emploient à la respiration l'oxygène combiné, on les distingue en *aérobies* et *anaérobies*.

Les Bactéries aérobies ne tardent pas à perdre leur mouvement lorsque l'oxygène s'épuise dans le milieu où elles vivent. Il est fréquent, lorsqu'on les cultive en milieu liquide, de voir les éléments s'accumuler à la surface en une masse aranéeuse plus ou moins compacte (*voile*). L'oxygène sous pression est pourtant également nuisible aux aérobies et aux anaérobies.

Pour un certain nombre de Bactéries franchement anaérobies (*Bacillus amylobacter*), l'oxygène libre est un vrai poison ; il arrête leur mouvement, les tue ou les fait passer à l'état de vie latente. Les organes reproducteurs, les *spores* sont beaucoup moins sensibles, ou même indifférents à l'action de l'oxygène. D'un autre côté, il existe tous les intermédiaires entre les anaérobies francs et les aérobies.

Alimentation. — Les aliments puisés dans le milieu extérieur sont ceux qu'exigent généralement les êtres vivants : composés d'azote, carbone, oxygène, hydrogène, avec quelques autres corps simples, où dominent le soufre et le phosphore.

Dépourvues de chlorophylle au même titre que les Champignons, les Bactéries empruntent nécessairement le carbone à leur support ; ce sont généralement des corps ternaires, sucres, amidon, etc., qui en sont la source. Quelques Bactériacées (*Beggiatoa*) possèdent un pigment pourpre, la *bactériopurpurine*, qui est capable d'assimiler directement le carbone. De plus, d'après Winogradsky, les Bactéries de la nitrification peuvent emprunter directement leur carbone aux carbonates du sol.

Un certain nombre de Bactériacées peuvent assimiler directement l'azote de l'air (*Bacillus radicicola* des tubercules de Légumineuses).

Propriétés chimiques. — Parmi les propriétés chimiques des Bactéries, il en est une qui doit nous arrêter un instant,

en ce sens qu'elle fournit un caractère important au point de vue de l'établissement des espèces ; nombre d'espèces, cultivées sur un milieu rendu solide par l'addition de gélatine (10 p. 100 environ), liquéfient ce milieu à une température inférieure à 25° ; d'autres Bactéries sont, au contraire, sans action sur les bouillons gélatinés. L'existence de la liquéfaction, sa rapidité, son mode de procéder sont des caractères importants à noter pour chaque espèce.

La production de bulles gazeuses constitue au même titre un caractère de valeur au point de vue de la différenciation des espèces.

Sécrétions. — Les Bactéries sont susceptibles de sécréter des substances diverses :

a. Des *diastases* ou *zymases* destinées généralement à agir sur des substances inertes : ces diastases, d'une nature chimique quaternaire, sont des ferments solubles, qui peuvent agir soit par hydratation ou déshydratation de la molécule chimique, soit par oxydation ou désoxydation. Elles sont précipitables par l'alcool et agissent à dose infinitésimale, eu égard au poids de la matière transformée. Les plus importantes sont l'*amylase*, qui saccharifie l'amidon ; les diastases *protéolytiques*, qui agissent sur les albuminoïdes. La *cellulase*, les *cytases*, non encore isolées, sont considérées comme produisant la destruction des celluloses. On est en droit de penser que c'est à la suite de la sécrétion d'une diastase que les Bactéries parasites des plantes peuvent en perforer les membranes ;

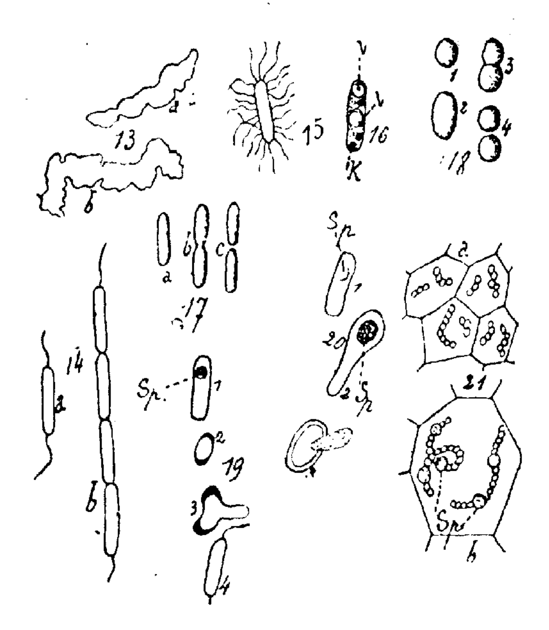
b. Des *toxines* ou *toxalbumines*, matières albuminoïdes vraies, insolubles dans l'alcool, qui ont une action particulière sur la cellule vivante, et en modifient le fonctionnement biologique dans un sens avantageux pour la nutrition et le développement de la Bactérie qui les sécrète. Leur action est souvent supprimée par une élévation de température à 70° au moins ;

c. Des *ptomaïnes*, véritables bases alcaloïdiques, souvent toxiques.

Multiplication et reproduction. — La multiplication des Bactériacées s'accomplit par simple division qui amène la

Planche LXXXII

Bactériacées.



13, *a*, *b*, formes d'involution du *Bacillus subtilis*. — 14, *Bacillus subtilis*: *a*, un élément isolé, avec ses deux cils vibratiles ; *b*, une chaîne d'éléments avec les deux cils terminaux. — 15, une forme bacille multiciliée. — 15, un Bacille, élément isolé montrant des vacuoles, *v*, et des granulations, *k*. — 17, phases successives de la scissiparité dans un Bacille. — 18, les mêmes, pour un microcoque. — 19, formation de la spore chez le *Bacillus subtilis*: 1, apparition de la spore *Sp* dans l'élément ; 2, la spore isolée ; 3, sa germination ; 4, l'élément jeune, bicilié, prêt à se diviser. — 20, formation de la spore du *Bacillus amylobacter*: 1, la spore *Sp* encore jeune ; 2, la spore adulte ; 2, germination de la spore. — 21, Formation des arthrospores de *Leuconostoc mesenteroides*: *a*, plusieurs zooglées à l'état végétatif ; *b*, une zooglée, dans laquelle on voit se former des arthrospores *Sp*.

production de deux éléments semblables à celui dont ils proviennent. C'est la *scissiparité*. Cette propriété est l'origine des termes *Schizomycètes* (Nægeli) et *Schizophytes* (Cohn), appliqués aux Bactériacées. Le scissiparité est un véritable bouturage et n'a rien de commun avec une reproduction sexuée. Qu'il s'agisse d'une forme sphérique ou allongée, l'élément bactérien s'allonge, puis s'étrangle à sa partie moyenne. Les deux, cellules ainsi formées se séparent ou restent unies (pl. LXXXII (fig. 18 et 19).

Pour un certain nombre de Bactériacées, lorsque le milieu nutritif cesse de posséder les qualités requises pour permettre la multiplication, les éléments bactériens donnent naissance à des organes de conservation, les *spores*. Les spores ont une résistance infiniment plus grande aux agents destructeurs que les éléments végétatifs résultant de la division par scissiparité. Ainsi, alors que les cellules végétatives du *Bacillus subtilis* sont tués aux environs de 60°, les spores résistent à une ébullition de plusieurs heures dans l'eau et ne sont tuées qu'à 105°.

La formation des spores chez les Bactéries s'accomplit suivant deux modes : 1° production de *spores endogènes* ; 2° production d'*arthrospores*.

Quand une Bactérie mobile va produire des spores endogènes, généralement le mouvement s'arrête. Aux points où les spores apparaissent, le protoplasma se condense, devient plus brillant, plus réfringent, et s'entoure d'une membrane. Puis le restant de l'élément se flétrit et se détache peu à peu de la spore.

Le *Leuconostoc mesenteroides* fournit un bon exemple de production d'arthrospores. Cette espèce est constituée par des chapelets de microcoques entourés d'une zooglée épaisse et compacte. Quand les conditions deviennent mauvaises pour la Bactérie, certaines cellules du chapelet augmentent de volume, acquièrent un contenu plus réfringent et épaississent leur membrane ; ce sont les spores. Les cellules végétatives meurent, mais la spore reste vivante (pl. LXXXII, fig. 21).

Lorsqu'une spore est dans les conditions requises pour germer, elle déchire sa membrane,, et le contenu qui s'épanche prend l'aspect de la Bactérie primitive, qui devient apte à se développer de nouveau par scissiparité.

Établissement des espèces et classification. — La forme extérieure d'une Bactérie donnée peut, comme nous savons, varier avec le milieu. D'un autre côté, des Bactéries de propriétés biologiques tout à fait différentes peuvent montrer la même forme, la même taille. On ne peut donc accorder à cette notion de la forme ou de la taille qu'une importance secondaire. Aussi, pour établir les espèces, doit-on tenir compte de l'ensemble de caractères présentés par les Bactéries : forme, taille, caractères des cultures sur milieux variés, motilité, propriétés pathogènes ou saprophytes, propriétés chimiques (liquéfaction de la gélatine, production de substances gazeuses ou chromogènes), etc.

Un autre procédé qu'il faut employer est la coloration des éléments bactériens par des substances diverses. La méthode de Gram, dans laquelle on traite la Bactérie colorée par l'eau iodée, est souvent utile pour différencier des espèces voisines : la résistance à la décoloration devient ici un caractère important.

On comprend ainsi qu'il n'existe aucune base solide pour la classification des Bactériacées. Toutes les classifications proposées reposent presque exclusivement sur la forme ; on peut donc dire qu'elles pèchent par la base.

On peut diviser artificiellement les Bactériacées en trois groupes :

Coccées, comprenant les formes rondes et celles qui dérivent de leur association. Genres : *Coccus*. *Leuconostoc*, etc.

Bacillées. Éléments plus ou moins allongés, droits ou courbes. Genres : *Bacillus*, *Bacterium*, etc...

Beggiatoées, comprenant les formes qui se rapprochent le plus des Algues Cyanophycées : *Beggiatoa*.

La plupart des Bactéries parasites des plantes appartiennent aux groupes des Bacillées et, suivant la classification adoptée par E.-F. Smith, nous distinguerons trois genres principaux :

1° Bacterium Ehreub (emend. E. F. Sm.) [*Pseudomonas* Mig.] : éléments cylindriques, mobiles, munis d'un seul cil terminal.

2° Bacillus Cohn : éléments cylindriques mobiles, pourvus de nombreux cils.

3° Aplanobacter Erw. Sm. : éléments cylindriques, immobiles, dépourvus de cils vibratiles.

Place des Bactériacées dans la classification. — La position systématique des Bactéries dans la classification est encore indécise. Les premiers naturalistes qui les ont observées, depuis Leuwenhoeck (1680), O.-F. Müller (1774), Ehrenberg (1833), Dujardin (1841), les considéraient comme des animaux. Davaine (1864) les regarda comme des Algues du même ordre que les Cyanophycées ou Algues bleues. Pasteur cependant en fit, du moins au début de ses études, des Infusoires, à l'exemple des premiers observateurs. Nægeli, de Bary Cohn les rangent parmi les Champignons (*Schizomycètes*). Van Tieghem les classe parmi les Algues bleues, comme l'avait fait Davaine, et il est certain que c'est avec les Nostocacées, surtout les Oscillaires et les Nostocs, que les Bactériacées présentent le plus d'affinités. C'est ce qui explique pourquoi un grand nombre de botanistes ont accepté l'opinion de Van Tieghem, mais aujourd'hui on a tendance à en faire un groupe complètement distinct, en se basant surtout sur les caractères cytologiques particuliers que présentent les Bactériacées.

Classification des maladies bactériennes. — Suivant le mode d'action des bactéries sur les plantes et la façon dont ces dernières réagissent, on peut distinguer plusieurs types de maladies bactériennes et notamment :

1° Les *tumeurs et galles* bactériennes, chez lesquelles la plante parasitée réagit par production de tissus nouveaux ;

2° Les *maladies vasculaires*, dues à la présence de bactéries dans les vaisseaux du bois ;

3° Les *pourritures bactériennes* où les tissus atteints se résolvent rapidement en une masse molle sans consistance.

II. — ÉTUDE SPÉCIALE DES MALADIES DUES A DES BACTÉRIACÉES

I. — LES TUMEURS ET GALLES BACTÉRIENNES.

Tumeurs bactériennes de l'Olivier (p. LXXXIII, fig. 1-5). — Dans le midi de la France, en Italie, en Espagne, Portugal, Asie Mineure, dans le nord de l'Afrique, etc., et même en Amérique (Californie), on rencontre fréquemment sur les Oliviers des tumeurs ligneuses de taille et de forme très variables. Cette maladie est souvent appelée « tuberculose de l'Olivier », et les Italiens la désignent sous le nom de *rogna* (1).

Ce sont surtout les jeunes rameaux (deux à trois ans) qui sont atteints, mais des branches plus âgées ne sont nullement indemnes de la maladie qui se rencontre aussi, mais plus rarement, sur les racines. Les tumeurs sont irrégulièrement arrondies ou plus ou moins aplaties, souvent confluentes; leur dimension, très variable, peut atteindre celle d'une noix ; leur surface est irrégulière, bosselée ou profondément crevassée ; au sommet existe toujours une profonde cavité.

Si l'on suit le développement d'une de ces excroissances, on voit qu'elle est constituée par une hypertrophie de toute la portion extraligneuse de la tige ; les cellules qui la composent sont homogènes au début ; mais bientôt apparaissent des cellules vasculaires, qui prennent naissance autour de centres, d'une façon analogue à ce qui se passe dans les bourrelets de blessure. En même temps, au contact du bois du rameau d'Olivier, d'autres cellules vasculaires se forment et viennent s'épanouir dans l'excroissance sous forme de gerbe.

Au milieu du tissu de la tumeur, avant même l'apparition des cellules vasculaires, on rencontre des lacunes de taille et

(1) Des tumeurs analogues, sans doute d'origine bactérienne, mais encore mal connues, existent sur d'autres végétaux ligneux, le Laurier rose par exemple.

de forme très variables, remplies de Bactéries; c'est là la cause de l'hypertrophie, qui se trouve être une véritable *bactériocécidie*. Les Bactéries (*Bacterium Savastanoi* E. F. Smith) sont allongés en forme de bâtonnet, solitaires ou groupées en courtes chaînes, dépourvues de zooglée. Elles forment sur les milieux solides de petites colonies blanches et ne liquéfient pas la gélatine.

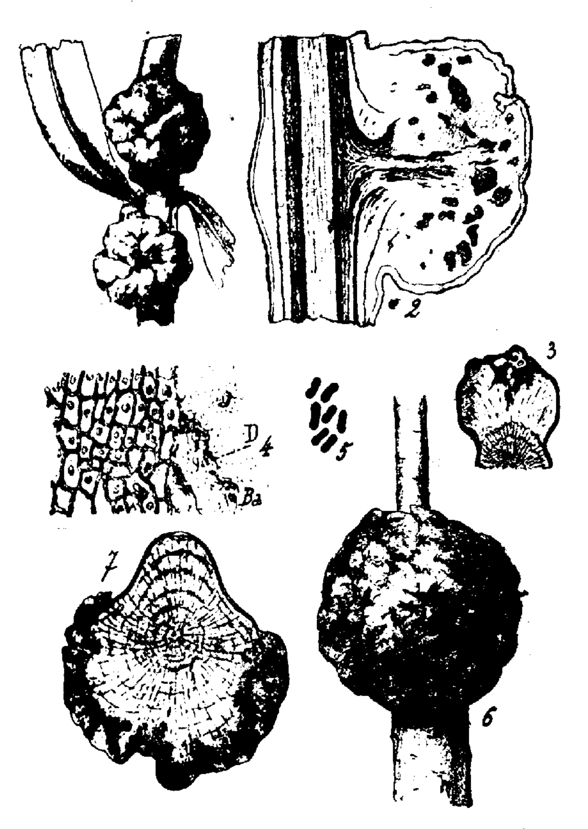
Les cellules qui bordent les lacunes sont rapidement corrodées par l'action des Bactéries ; mais à quelque distance l'activité des éléments est au contraire exaltée, probablement par des sécrétions de la Bactérie ; les cellules se divisent et se multiplient rapidement, et c'est là l'origine de la tumeur et des irrégularités de sa surface. La mort des tumeurs commence toujours par le sommet, où les tissus sont déjà brunis dans les très jeunes excroissances ; malgré la réaction de la plante et la production d'éléments nouveaux, la désorganisation pénètre de plus en plus et finit par amener le dessèchement complet de la tumeur, dont les tissus n'avaient d'ailleurs qu'une très faible vitalité. La branche qui portait l'excroissance participe plus ou moins à la dessiccation de celle-ci et peut même sécher entièrement. Il en résulte, quand les tumeurs bactériennes sont nombreuses, — et le cas est fréquent, — un affaiblissement dans la vitalité de l'arbre dont la récolte s'abaisse jusqu'à devenir assez souvent nulle.

Savastano, E. F. Smith ont pu cultiver la Bactérie des tumeurs de l'Olivier, et, à partir de cultures pures, réaliser l'infection de jeunes rameaux d'Olivier en les piquant avec une aiguille chargée de Bacilles. Le *Bacillus Savastanoi* est incapable de pénétrer un rameau sain : c'est un parasite de blessure, et l'infection se fait grâce aux plaies d'insectes et de taille, très fréquemment aussi par les plaies de grêle ; après une violente chute de grêle, on constate souvent une recrudescence considérable de la maladie.

Vuillemin pense qu'un Champignon, le *Chætophoma oleacina* Vuill., peut aussi ouvrir le chemin au Bacille ; il est certain en tout cas, que la présence de ce Champignon n'est nullement indispensable.

Les diverses variétés d'Oliviers sont très inégalement sen-

PLANCHE LXXXIII



TUMEURS DE L'OLIVIER. — 1, rameau d'Olivier portant des tumeurs. — 2, coupe longitudinale d'une tumeur (d'après Savastano). — 3, coupe transversale d'une tumeur (d'après Prillieux). — 4, bord d'une lacune dans une tumeur jeune; *D*, éléments corrodés; *Ba*, Bactéries (d'après Prillieux). — 5, *Bacterium Savastanoi*.
TUMEURS DU PIN D'ALEP. — 6, une tumeur sur un rameau. — 7, coupe transversale d'une tumeur (d'après Prillieux).

sibles à la « tuberculose » ; les Oliviers sauvages résistent bien mieux

De fortes fumures favorisent le développement du mal.

Traitement. — 1° Ne pas prendre de boutures sur des arbres malades ;

2° Désinfecter les instruments ayant servi à tailler des Oliviers malades avant de s'en servir pour effectuer ce même traitement sur des arbres sains. On peut plonger ces instruments dans l'eau bouillante ou les immerger pendant une demi-heure dans une solution de sublimé à 1 p. 500 ;

3° Enlever et brûler les branches les plus atteintes ;

4° Éviter une trop grande humidité du sol.

Tumeurs bactériennes du résineux (pl. LXXXIII, fig. 6-7, et pl. LXXXIV, fig. 1). — Dans le midi de la France, on trouve sur le Pin d'Alep des tumeurs analogues comme aspect et structure à celles de l'Olivier : elles sont cependant plus volumineuses et moins crevassées. Vuillemin et Prillieux ont montré que ces tumeurs renfermaient des lacunes remplies de bactéries entourées d'un zooglée très visible, et par là bien distinctes du *Bacterium Savastanoi*. Petri, puis Dufrénoy ont obtenu la culture de l'espèce pathogène, *Bacterium Pini* Petri, qui forme des colonies jaunes sur les milieux artificiels.

Dans les tumeurs très jeunes, le parasite est intracellulaire (Petri), mais rapidement les cellules envahies meurent, d'où formation de cavités qui sont l'origine des lacunes remplies par les zooglées. Il est possible que les pucerons, en piquant les rameaux, jouent un rôle dans l'infection.

Des tumeurs analogues se rencontrent sur d'autres résineux : sur le Pin Cembro existent des déformations dues sans doute à la même bactérie que celles du Pin d'Alep, et Dufrénoy y rapporte également la production de tumeurs sur *Pinus silvestris*, *montana* et *maritima*, sur l'Épicéa et le *Taxodium distichum*. Sur ces plantes, les déformations se présentent sous des formes assez variées, et dans certains cas s'accompagnent de phénomènes de nécrose.

Galle en couronne (*Crown Gall*). — Cette maladie, très répandue et dangereuse aux États-Unis où elle a fait l'objet

de nombreuses études, semble moins fréquente en Europe où elle a jusqu'ici peu attiré l'attention.

Elle se développe surtout sur les racines ou au voisinage du collet, mais également sur les parties aériennes (tiges, pétioles et feuilles), et se caractérise par l'apparition de tumeurs ou d'excroissance très variables dans leur apparence et leurs dimensions suivant la nature et la vigueur de l'hôte.

La maladie a été reconnue sur les plantes les plus diverses, aussi bien sur des arbres et arbustes (arbres fruitiers, Rosier, Vigne, etc.) que sur des plantes herbacées comme *Chrysanthemum frutescens*, Chou, Pomme de terre, Betterave, Carotte, Trèfle, Luzerne, Tabac, etc. La forme sur Vigne serait identique aux broussins, dont la cause était restée assez obscure, mais que quelques auteurs, tels que Cuboni, avaient déjà attribués à des Bactéries, sans preuves suffisantes il est vrai. Les grosses tumeurs charnues qu'on rencontre parfois sur les Betteraves semblent bien n'être aussi qu'une forme de la même maladie, malgré leur apparence bien différente. C'est que la structure des tumeurs est en relation avec celle de la plante : sur les plantes herbacées, les galles croissent en général rapidement, restent molles, charnues et très sensibles à la pourriture ; sur les végétaux ligneux, au contraire, elles se développent lentement et deviennent dures, ligneuses et plus ou moins persistantes.

La cause de la galle en couronne est restée longtemps méconnue ; les recherches poursuivies aux États-Unis par E. F. Smith et ses élèves, ont établi que l'affection est de nature bactérienne et due au *Bacterium tumefaciens* Smith et Townsend.

La tumeur prend généralement naissance dans la zone cambiale, et à son début est formée d'un massif cellulaire à peu près homogène provenant du développement des cellules infectées et des cellules voisines ; puis se différencient des éléments vasculaires souvent accompagnées de tubes criblés et quelquefois de fibres. L'abondance de ces tissus différenciés varie suivant les plantes, et la consistance de la galle est en rapport avec elle. La tumeur, née à l'intérieur de l'hôte, fait bientôt issue au dehors, mais elle n'est pas recouverte d'une couche

protectrice ; aussi est-elle une proie facile pour de nombreux semi-parasites et saprophytes.

Selon E. Smith toute tumeur n'est au fond qu'une réaction cicatricielle, n'aboutissant pas à une véritable cicatrisation, mais assurant, entre le parasite et son hôte, un état d'équilibre plus ou moins parfait.

Une particularité très intéressante a été mise en évidence par E. F. Smith et ses élèves qui l'ont étudiée avec précision sur les galles du *Chrysanthemum frutescens :* la tumeur provenant d'une infection émet des prolongements ou cordons qui circulent à l'intérieur même de la plante hôte en s'insinuant dans les tissus normaux, peuvent s'étendre à des distances assez grandes et sont capables de produire des tumeurs secondaires. Chez le Chrysanthème, ces cordons sont profonds, localisés à la partie interne du bois ; invisibles extérieurement, ils sont facilement reconnaissables à leur structure et à leur richesse en chloroplastes ; issues d'une tumeur de tige, ils peuvent passer dans les pétioles en suivant un faisceau ligneux qu'ils hypertrophient et produire dans les feuilles des tumeurs secondaires, peut-être aux points où leur progression rencontre de la résistance. Ces tumeurs secondaires ont exactement la même structure que la tumeur primaire d'où proviennent les cordons qui les unissent, et ainsi, sur feuille, elles ont la structure d'une tumeur de tige et non celle, légèrement différente, d'une galle produite sur la même feuille par infection directe (1).

La Bactérie parasite est difficile à mettre en évidence, car elle est très peu abondante dans les tissus et n'existe pas dans toutes les cellules de la tumeur. Il semble d'ailleurs que ce soit la même espèce pour les différentes plantes sur lesquelles la galle en couronne a été observée.

C'est un bâtonnet mobile, muni d'un cil vibratile et formant de courtes chaînes ; il donne très facilement des formes d'invo-

(1) Ce transport des tumeurs dans l'intérieur de la plante, cette formation de tumeurs secondaires identiques à la tumeur primaire qui leur a donné naissance, a fait naître l'idée d'un parallélisme entre la galle en couronne et le cancer de l'homme et des animaux ; c'est un point qui sort de notre sujet et sur lequel nous ne pouvons qu'attirer l'attention (Voy. notamment les études de Magrou).

lution dans des conditions défavorables ; il ne produit pas de spores, ne prend pas le Gram et ne liquéfie pas la gélatine. En culture, le Bacille perd très facilement son pouvoir pathogène, mais des infections certaines ont été faites.

Il semble que ce soit une bactérie du sol, et la pénétration n'est possible que grâce à des blessures (lésions d'insecte et aussi plaies de greffe).

Aux États-Unis, la maladie a surtout sévi dans les pépinières où la Bactérie se conserve dans le sol ; il est indiqué de veiller avec soin à abandonner les terres infectées pour la plantation de jeunes plants sains.

Chancre du Peuplier (pl. LXXXIV, fig. 2-3). — Dans diverses localités en France, et dans quelques autres régions, en Belgique notamment, les Peupliers régénérés (variété du *Populus Canadensis*) présentent des chancres ayant une grande analogie avec ceux que produit le *Nectria ditissima* sur les arbres fruitiers, mais dont la cause est tout autre, puisque, selon Delacroix, il s'agirait d'une bactérie, le *Micrococcus Populi* Delacr.

Ces chancres se rencontrent sur des rameaux de tout âge ; mais le plus souvent ils débutent sur les rameaux jeunes sous forme de taches oblongues, jaunâtres, où bientôt l'écorce se boursoufle et se déchire. C'est dans la partie profonde de cette écorce que la lésion commence ; celle-ci est caractérisée par le brunissement, puis la mort des cellules où l'on trouve des Bactéries peu mobiles et difficiles à bien mettre en évidence. La lésion s'étend surtout dans le sens longitudinal à partir de son point de départ ; les éléments sont atteints jusqu'au bois, qui prend une coloration brun fauve. Sur tout le pourtour de la plage attaquée se produit une réaction de la plante, réaction qui s'établit à la fois dans l'écorce et le liber ; les cellules se divisent activement, d'où formation d'un véritable bourrelet cicatriciel qui isole le tissu atteint et mort. Très fréquemment les éléments de ce bourrelet sont attaqués à leur tour ; un nouveau bourrelet apparaît plus profondément par rapport au premier qu'il repousse dans le cours de son développement. La plaie n'a plus dès lors de tendance à la cicatrisation et devient un véritable chancre. Sur les branches assez âgées,

plusieurs bourrelets successifs peuvent ainsi prendre naissance tandis que sur les jeunes rameaux on n'en trouve en général qu'un seul. Les rameaux attaqués par le chancre finissent par se dessécher.

La Bactérie, cause des chancres, ne se rencontre que rarement dans le bois. Delacroix n'a pu obtenir de cultures que sur un bouillon obtenu en triturant des écorces de Peuplier et en stérilisant le liquide obtenu par passage au filtre de porcelaine. Après plusieurs passages sur ce bouillon, la Bactérie peut sans difficulté végéter sur les milieux ordinairement utilisés en bactériologie ; mais elle a perdu ses propriétés pathogènes.

Le *Micrococcus Populi* est formé de petits éléments isolés, arrondis, peu mobiles.

L'infection ne réussit que sur des rameaux blessés et en partant de culture sur bouillon de Peuplier.

Le chancre du Peuplier semble plus fréquent sur les sols se desséchant facilement, probablement parce que le Peuplier régénéré souffre des conditions où il végète.

Brizi a observé en Italie sur les *Populus alba*, *nigra* et *Tremula* des chancres analogues à ceux du *Populus canadensis* et ayant également d'après lui une origine bactérienne : cependant il s'agirait d'un Bacille à éléments mobiles, *Bacillus Populi* Brizi, bien différent du *Micrococcus* que Delacroix regarde comme responsable de la maladie qu'il a étudiée en France.

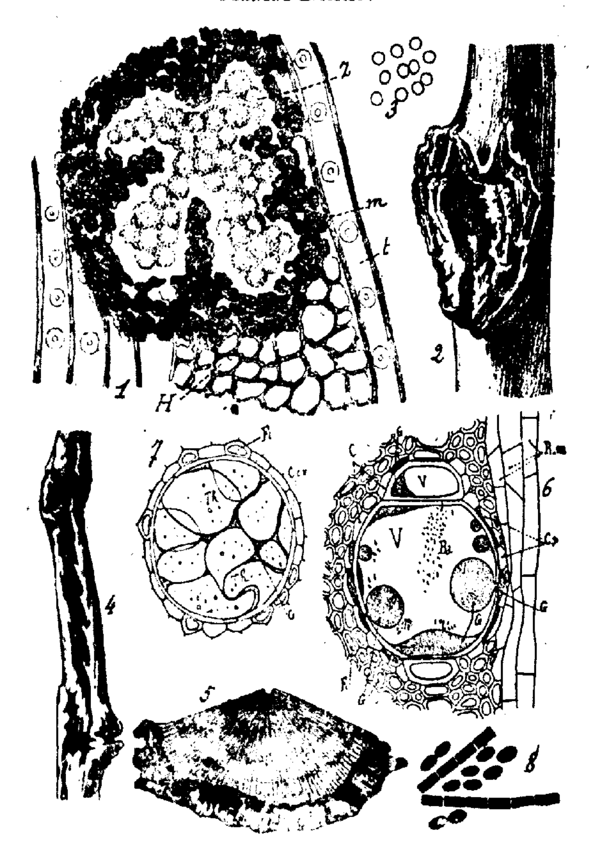
Traitement. — 1° Exploiter les arbres les plus gravement atteints ; les rameaux chancreux seront mis à part et brûlés ;

2° Couper et brûler les jeunes rameaux atteints, autant que possible dès l'apparition des chancres.

On peut rattacher aux tumeurs bactériennes, bien que la réaction de la plante soit bien moins accusée, les maladies de la pomme de terre et de la betterave, connues sous le nom de *gales* et caractérisées par un développement anormal du liège protecteur superficiel.

Gale commune de la pomme de terre. — Les Pommes de terre galeuses présentent des lésions assez variables, mais offrant le caractère commun d'être toujours superficielles et

Planche LXXXIV



Tumeurs du Pin d'Alep (*suite*). — 1, portion de la coupe d'une tumeur : *H*, tissu de nouvelle formation (encore vivant) ; *m*, le même tué par les Bactéries autour de la lacune ; *z*, zooglées ; *t*, trachéides (d'après Prillieux).

Chancre du Peuplier. — 2, un chancre sur rameau. — 3, *Micrococcus Populi*.

Gomme bacillaire de la Vigne. — 4, chancre sur rameau (forme gélivure). — 5, coupe transversale d'une tige âgée montrant les ponctuations brunes. — 6, coupe du bois montrant la formation de la gomme *G* dans les vaisseaux *V* ; *Fi*, fibres ; *C*, cellules du parenchyme ligneux ; *R. m.*, rayon médullaire ; *Ba.*, Bactéries. — 7, un vaisseau, obstrué par des thylles, *Th* (mêmes lettres). — 8, Bactéries isolées et en chapelet.

de résulter de la formation successive de couches de liège les unes au-dessous des autres ; d'où production d'un épiderme superficiel dur, épais, brun, souvent craquelé, remplaçant la pellicule mince et lisse normale du tubercule. On a distingué divers cas selon qu'il se produit ou non une dépression tapissée de ces couches de liège, selon que cette dépression est munie ou dépourvue d'un bourrelet à sa périphérie ; mais ce ne sont là que des facies différents de la même maladie (1).

En Amérique, Bolley (1890) avait attribué la gale à une Bactérie qu'il a pu cultiver et avec laquelle il a obtenu des infections ; dans les plaies galeuses, cette Bactérie est localisée à la limite des tissus sains et des tissus externes morts ; c'est à l'irritation due à sa présence que serait due la formation de couches de périderme. Il faut ajouter que depuis lors Bolley a modifié sa manière de voir sur la nature du parasite et s'est rangé à l'opinion de Thaxter.

Pour ce dernier, on trouve bien des corpuscules bactériformes, mais ils sont produits par le cloisonnement et la désagrégation de filaments très fins, enroulés en spirale à leur extrémité ; c'est cet organisme que Thaxter a appelé *Oospora scabies* et avec lequel il a pu réaliser des infections très nettes. Les auteurs actuels sont en majorité d'accord pour rattacher ces organismes aux *Actinomyces*, dont plusieurs espèces sont parasites des animaux, tandis que nombre d'autres vivent dans le sol. Wollenweber a pu isoler de pommes de terre galeuses et cultiver plusieurs espèces d'*Actinomyces*, probablement formes des espèces saprophytes du sol. D'après cet auteur, ces espèces vivent bien en milieux alcalins et redoutent l'acidité, ce qui expliquerait la fréquence de la maladie dans les terres calcaires ou alcalinisées par le chaulage, le marnage ou les engrais alcalins. Il est vrai qu'à ce point de vue, les résultats des observations sont assez contradictoires.

Les dégâts causés par la gale commune ne sont pas bien graves par eux-mêmes, mais les Pommes de terre atteintes

(1) Il ne faut pas confondre la gale commune de la pomme de terre avec la gale poudreuse (Voy. p. 17), ni avec la gale noire (Voy. p. 21), maladies dont la cause est bien différente.

sont fortement dépréciées pour la vente, sans toutefois être inutilisables ; leur conservation est difficile.

Traitement. — L'alcalinité du sol paraissant favoriser les organismes producteurs de la gale, on a recommandé de n'ajouter au sol qu'avec circonspection de la chaux ou de la marne ; au contraire les superphosphates seraient à conseiller (Wollenweber). Cependant les résultats obtenus sont assez contradictoires.

D'un autre côté, on a préconisé l'emploi du soufre incorporé au sol (40 quintaux à l'hectare), et Millard recommande l'apport d'engrais verts.

Il est prudent de n'utiliser que des tubercules sains, ou au moins désinfectés (par exemple par une immersion de deux heures dans une solution de formol à 500 grammes par hectolitre d'eau).

Gale de la betterave. — La gale (*Schorfkrankheit*) est caractérisé par la présence sur les racines de petites cavités irrégulières, isolées ou confluentes, superficielles, rugueuses, dont l'aspect et la profondeur varient d'ailleurs considérablement ; dans les cas les plus graves, on observe des ulcérations assez profondes, largement béantes, tapissées d'un périderme cicatriciel brun et crevassé.

La cause de ces altérations est encore mal connue. Frank y a rencontré parfois des mycéliums ; Krüger et après lui d'autres auteurs attribuent la gale de la Betterave à l'*Oospora scabies* Thaxter. Busse, qui récemment a repris l'étude de cette question, a isolé plusieurs espèces d'*Actinomyces*, mais il n'a pu réussir à reproduire la maladie sur les Betteraves saines infectées avec des cultures pures de ces organismes ; il les considère cependant comme des parasites de blessure dont l'action ne serait que secondaire et qui se développeraient sur des plaies de nature mal définie, probablement produites par des parasites animaux ; ceux-ci seraient dès lors les véritables auteurs du mal.

II. — MALADIES VASCULAIRES.

A ce type appartiennent des altérations d'aspect variable suivant les plantes attaquées, et aussi suivant la partie de la plante envahie, mais présentant le caractère commun d'avoir leur siège dans l'appareil vasculaire, dans les vaisseaux du bois et d'en causer l'obstruction.

C'est à ce mode d'attaque que se rattachent les flétrissures de plantes herbacées dues à l'envahissement des vaisseaux à la base de la tige, les desséchements des rameaux ligneux (gomme bacillaire de la vigne, du mûrier), la nervation noire du chou, la maladie jaune des jacinthes, etc. Dans beaucoup de cas, ce n'est qu'au début que les bactéries sont localisées dans les vaisseaux, elles envahissent parfois rapidement les régions envoisinantes qui pourrissent sur leur action.

Flétrissure des Cucurbitacées.—Cette maladie, connue aux États-Unis sous le nom de « Wilt », se rencontre sur diverses Cucurbitacées, *Cucumis*, *Cucurbita*, etc. ; elle a été retrouvée en Europe, par exemple en Allemagne (Appel), en Russie (Iwanoff), ainsi qu'au Japon et dans l'Afrique du Sud.

Il s'agit de l'attaque de la partie vasculaire de la base de la tige, dans la région du collet, où les vaisseaux du bois se montrent remplis de nombreuses colonies bacteriennes ; il en résulte un arrêt de la sève ascendante qui se traduit par un flétrissement de la partie aérienne de la plante. En somme, le mode d'action du parasite est voisin de celui des *Fusarium* producteurs des chancres du collet et les deux sortes de maladies peuvent facilement être confondues, d'autant que dans le cas de flétrissure bactérienne des champignons demi-parasites ou saprophytes ne tardent pas à envahir les tissus mortifiés et que parmi eux se rencontrent fréquemment des *Fusarium*.

La bactérie, *Bacillus bracheiphilus* E. Smith, est un bâtonnet mobile, pourvu de cils nombreux, ne liquéfiant pas la gélatine et ne donnant pas de spores. Les insectes jouent un rôle certain dans l'infection.

Flétrissure des Solanées. — Cette maladie a été signalée surtout aux États-Unis (sous le nom de « brown-rot ») sur diverses Solanées : pomme de terre, tomate, aubergine, tabac, etc... ; elle se retrouve en Europe et rappelle la flétrissure des Cucurbitacées, bien que la bactérie, *Bacterium Solanacearum* E. Smith., soit nettement différente, notamment par la présence d'un seul cil.

Les tubercules de la Pomme de terre sont atteints dans la région vasculaire qui forme un anneau brunâtre ; les plus envahis pourrissent rapidement.

La maladie de la Jambe noire de la Pomme de terre (*Schwarzbeinigkeit* des auteurs allemands). — Cette maladie est fréquente en Allemagne où, décrite pour la première fois par Frank, elle a fait l'objet d'études assez nombreuses en particulier de la part d'Appel. Elle existe dans d'autres régions d'Europe et aussi en France, où elle a été signalée en 1906 (Delacroix).

Les symptômes apparaissent vers la fin du printemps et se traduisent par un arrêt de développement des plants ; les feuilles jaunissent, puis se dessèchent, tandis que la base de la tige montre des taches livides, puis pourrit complètement.

Les tubercules sont aussi envahis et montrent à la coupe des taches brunâtres correspondant aux faisceaux libéroligneux que les bactéries sont suivis ; les tubercules restent petits, ridés et mous et pourrissent facilement.

La bactérie, *Bacillus phytophthorus* (Frank) Appel, progresse surtout dans les vaisseaux où elle amène la formation d'une matière gommeuse brunâtre. C'est un bâtonnet court et trapu, dont les caractères rappellent beaucoup ceux du *Bacillus carotovorus* Tones, agent de la pourriture des carottes ; il s'agit sans doute d'adaptations au parasitisme d'une même bactérie saprophyte du sol.

Il est probable que d'autres bactéries peuvent causer des maladies analogues sur la pomme de terre.

Sous le nom de *Bacillus solanincola*, Delacroix a décrit une bactérie à laquelle il attribue la « brunissure de la pomme de terre », altération qui serait voisine de la jambe noire, mais dont la cause n'est pas bien élucidée. Il n'est pas certain que

le bacille isolé par Delacroix soit la cause réelle du mal ; car dans les premiers stades on ne trouve pas de bactéries dans les tissus.

Ajoutons qu'on peut facilement confondre la jambe noire avec la gangrène de la tige, dont nous parlerons plus loin.

Traitement. — Le traitement de la jambe noire, comme celui des flétrissures des Solanées et des Cucurbitacées, ne peut être que purement préventif ; il consiste surtout en précautions culturales, telles qu'un assollement convenablement prolongé (quatre ans au moins), la destruction par le feu des débris de plantes malades qui ne doivent en aucun cas être enfouies ou portées au fumier, l'emploi judicieux des engrais, etc.

En outre, pour la pomme de terre, la plantation de tubercules sains et entiers est d'une importance capitale, car c'est surtout l'emploi de tubercules contaminés qui détermine l'extension de la maladie, de tels tubercules produisant toujours des pieds malades. Le cultivateur pourra, avant la récolte, marquer les pieds sains dont les tubercules lui serviront de semences, ou faire venir des tubercules d'une région non contaminée.

Quand les tubercules, même supposés sains, auront été récoltés dans une terre infectée, les parcelles de terre qu'ils portent à leur surface peuvent suffire pour contaminer le champ où ils seront plantés ; dans ces conditions, la désinfection des tubercules s'impose et, d'après Delacroix, la substance qui donne les meilleurs résultats est le formol du commerce ; ce liquide devra être employé en solution dans l'eau (1 de formol pour 120 d'eau), et les tubercules devront y être immergés pendant une heure et demie. Ce traitement est peu coûteux et peut être utile; mais il faut bien se rappeler qu'il n'a aucune action sur les germes contenus dans les tubercules, et que, par conséquent, il ne peut rendre inoffensifs des tubercules contaminés

La nervation noire du Chou. — Décrite en 1895 aux États-Unis par Pammel, qui en reconnut la cause, cette maladie a fait l'objet d'études très complètes de divers auteurs, et surtout d'E. F. Smith.

Très fréquente aux États-Unis, la « nervation noire du Chou » existe également en Europe, où elle fut constatée pour la première fois en Hollande en 1896 ; Harding, en 1900, la signale en Allemagne, en Hollande, en Suisse et en France (environs de Versailles). Depuis, elle a été trouvée dans d'autres régions, par exemple en Autriche par Hecke en 1901. En France, elle semble peu répandue ; nous en avons vu en 1901 des échantillons certains provenant de Bourgogne.

La maladie peut attaquer aussi bien les Choux que les Navets, Rutabagas ou Turneps, et même d'autres Crucifères comme le Radis, la Moutarde noire et la Moutarde des champs. Elle apparaît en été (juillet ou août). Les feuilles présentent des taches irrégulières, souvent marginales au début, jaunes, puis brunes, sur lesquelles les nervures tranchent fortement par la coloration noire qu'elles prennent. Dans la tige, le noircissement affecte l'anneau ligneux ; et la maladie y est amenée par les pétioles des feuilles malades ; de là elle gagne vers le bas, mais surtout vers le haut de la plante, en suivant le cours des vaisseaux ; les feuilles jaunissent, meurent et tombent Cependant les pieds atteints ne périssent généralement pas l'année où ils sont envahis, sauf dans les cas où l'infection a été précoce.

Souvent les choses se compliquent de phénomènes de pourriture, bien visibles surtout dans le cas de racines charnues (Rutabagas, Navets), dont tous les tissus, sauf le bois, peuvent être détruits ; mais, le plus souvent, seules la moelle et une partie du cylindre central pourrissent, l'écorce restant saine. Des phénomènes analogues s'observent dans les tiges.

Dans les feuilles et les tiges, les vaisseaux noircis sont remplis de nombreuses Bactéries que Pammel a le premier signalées et qu'il a appelées *Bacillus campestris* : E. F. Smith a plus tard changé cette dénomination en celle de *Bacterium campestre*, s'appuyant sur la présence d'un cil à l'extrémité des éléments bactériens. Le parenchyme voisin des vaisseaux est également altéré et présente des Bactéries ; les cellules y sont tuées, leur contenu disparaît, sans que les membranes cellulosiques soient détruites.

Le *Bacterium campestre* se cultive facilement ; il est formé de bâtonnets mobiles, ne produisant pas de spores, colorant en jaune les milieux de culture, liquéfiant la gélatine.

Des infections artificielles furent réalisées d'abord par E. F. Smith, puis répétées par divers auteurs ; elles reproduisent la maladie au bout d'une quinzaine de jours. Dans la nature, ce sont surtout les plantes jeunes qui sont atteintes, avant ou après le repiquage, et, d'après Smith, l'infection pourrait se faire de deux façons, soit que la Bactérie pénètre la plante grâce à des blessures (plaies d'insectes ou d'autres animaux), soit que plus rarement elle s'introduise directement dans une plante saine par les stomates aquifères.

Traitement. — Comme pour les flétrissures, il consiste uniquement en précautions culturales.

Maladie jaune de la Jacinthe.—Connue depuis longtemps par les horticulteurs de Hollande, cette maladie a fait l'objet d'études surtout de la part de Wakker, puis d'E. F. Smith ; ces deux auteurs ont montré qu'elle était due à une Bactérie, le *Bacterium Hyacinthi* Wakker.

Les symptômes du mal sont les suivants : les feuilles sont attaquées vers leur sommet et présentent une bande brune limitée d'abord à la nervure, mais qui s'étend aussi bien en largeur qu'en gagnant vers la base de la feuille ; selon les cas, la maladie s'arrête vers cette base ou pénètre plus profondément dans les tuniques du bulbe. En coupe transversale dans la feuille comme dans le bulbe, on voit des taches jaunes correspondant aux nervures malades. La végétation des pieds atteints s'arrête, mais ils ne meurent pas nécessairement de suite, et c'est par de tels Oignons que la maladie se propage d'une année à l'autre. L'année suivante, les plantes issues de bulbes malades se développent mal, jaunissent et se dessèchent sans fleurir.

Dans toutes les parties atteintes, on rencontre de nombreuses Bactéries ; les vaisseaux sont les premiers attaqués, puis le parenchyme qui les avoisine ; ces tissus sont en partie détruits et remplacés par un mucilage jaune qui sort en gouttelettes quand on coupe un organe malade.

Le *Bacterium Hyacinthi* se cultive facilement, et l'infection

avec des cultures pures a pu être réalisée par Wakker, puis par E. Smith. La Jacinthe seule est susceptible d'être attaquée par cette Bactérie ; les autres Liliacées y sont réfractaires.

Le mode d'infection des plantes dans la nature n'est pas encore parfaitement élucidé. E. Smith pense que la Bactérie pénètre par des blessures, ce qui n'explique pas que l'attaque se fasse toujours par l'extrémité des feuilles ; Wakker suppose que les stomates peuvent être aussi une porte d'entrée pour le *Bacterium Hyacinthi*.

Le traitement ne peut consister qu'en la destruction des Jacinthes attaquées.

Heinze a signalé une autre maladie des Jacinthes beaucoup plus rare que la précédente et également de nature bactérienne. Ce sont les Jacinthes forcées qui sont attaquées ; les feuilles jaunissent et se dessèchent, les fleurs tombent, enfin les tiges et les feuilles pourrissent. Heinze a pu cultiver la Bactérie cause de cette maladie, le *Bacillus Hyacinthi septicus* Heinze, et a pu, par des infections, mettre en évidence ses propriétés pathogènes.

Gommose bacillaire de la Vigne (*mal nero*) (pl. LXXXIV, fig. 4-8). — Depuis longtemps déjà, on a signalé (Baccarini, Comes, Macchiati) en Italie une maladie de la Vigne connue sous le nom de *mal nero* et attribuée au parasitisme d'une Bactérie. La même maladie existe également en France, mais elle y était passée inaperçue, confondue avec d'autres altérations, le court-noué notamment. Foëx et Viala furent les premiers à la distinguer et en reconnurent la nature bactérienne, mais sans l'assimiler au *mal nero*. Prillieux et Delacroix en ont repris l'étude.

Les symptômes de la gommose bacillaire sont très variés, surtout les lésions des organes végétatifs ; les caractères que présente le bois sont seuls constants et, par là, seuls caractéristiques.

Sur la coupe transversale d'un cep atteint, on observe dans le bois de petits îlots de couleur brun foncé, correspondant à des lignes brunes visibles sur la coupe longitudinale. Ces lignes aboutissent à des plaies de taille et vont en s'élargissant à

mesure qu'on remonte vers le haut du cep ; ce seul fait suffit à montrer que l'infection s'est produite par la plaie et a gagné en descendant. Plus tard, ces lignes brunes s'étendent, finissent par se rejoindre complètement ; le bois bruni devient alors la proie de nombreux saprophytes qui en achèvent la destruction. La mort de la souche peut survenir dès la deuxième année, mais souvent les ceps résistent beaucoup plus longtemps.

A l'examen microscopique, on voit la paroi des éléments colorée en jaune, d'abord dans les rayons médullaires, où les grains d'amidon brunissent et s'agrègent en une masse granuleuse. Dans les parties brunies, la cavité des vaisseaux est obstruée tantôt par des amas de gomme de blessure, tantôt par des thylles, tantôt par de la gomme et des thylles (1). La gomme paraît surtout se produire quand la maladie évolue rapidement ; d'ailleurs la paroi des thylles peut aussi se gommifier en partie et compléter ainsi l'obstruction totale du vaisseau.

Ces altérations que présente le bois sont les seules constantes ; quant aux symptômes que montrent les rameaux et les feuilles, ils sont variables suivant le mode d'évolution de la maladie.

Quand l'attaque est faible, on voit sur les jeunes rameaux de petites et courtes stries superficielles, qui se dessèchent et dont la cicatrisation amène la formation de petites pustules brunes ; c'est l'*anthracnose ponctuée* ou *dartrose* de la Vigne.

D'autres fois, dans des attaques plus graves, les bourgeons se développent peu, les rameaux restent grêles et courts, les feuilles petites ; des pousses abondantes se développent à l'aisselle des feuilles et donnent à la souche une apparence particulière (cep pommé, tête de Chou). Les raisins se développent mal ; la coulure des fleurs est souvent générale.

Ce rabougrissement des organes végétatifs n'est que le résultat d'une nutrition défectueuse due à l'obstacle que la présence de gomme et de thylles oppose à l'ascension de la sève dans les vaisseaux. Mais le même phénomène peut être sous la dépendance d'autres causes, par exemple d'une alté-

(1) Pour le mode de formation de la gomme de blessure et des thylles, voy. Vol. I. *Maladies non parasitaires*.

ration des racines (Phylloxera, Pourridié, etc.) ; aussi ces diverses maladies peuvent-elles être facilement confondues.

Enfin, dans les cas les plus graves, les taches des rameaux (forme dartrose) s'étendent, se creusent et aboutissent à la formation de véritables chancres ; c'est ce que Foëx et Viala ont décrit sous le nom de *gélivure*. Les extrémités des rameaux se dessèchent, et même on peut observer des cas de folletage, dessiccation complète ou partielle de la souche.

Sous le nom de *maladie d'Oléron*, Ravaz a décrit des altérations de la Vigne qui ne sont certainement qu'une forme grave de la gélivure ; cet auteur rattache d'ailleurs ces lésions à l'action d'une Bactérie.

L'altération désignée sous le nom de « maladie de l'Alicante-Bouschet » n'est aussi qu'une forme de la gommose bacillaire.

Dans tous les tissus atteints, on rencontre des Bactéries, mais elles ne sont bien visibles que dans les parties attaquées depuis peu ; quand les cellules meurent et s'imprègnent de gomme, les Bacilles disparaissent pour laisser la place à des Champignons saprophytes.

La Bactérie, *Bacillus vitivorus* Baccarini (*B. Baccarinii* Macchiati), se cultive facilement ; elle est formée d'éléments courtement ovoïdes, isolés ou réunis en courtes chaînes ; dans les vieilles cultures, on trouve des chapelets beaucoup plus longs. La gélatine est liquéfiée et légèrement colorée en brun.

Les cultures pures ont permis d'infecter des ceps sains et de démontrer les propriétés pathogènes du *Bacillus vitivorus*. Charrin et Viala ont même pu inoculer à des animaux la Bactérie isolée par Viala des chancres de la forme gélivure, et qui semble bien être identique au *Bacillus vitivorus*.

L'infection se fait par les plaies, surtout les plaies de taille, comme nous l'avons vu ; mais il y a une autre cause à la propagation de la maladie, c'est le greffage, soit que la Bactérie pénètre par la plaie de greffe, soit que le greffon ou le porte-greffe soient déjà infectés. L'infection préalable du porte-greffe amène la mort de toute la base du cep et des racines ; dans ce cas, la guérison n'est pas possible. Dans le cas d'infection du greffon, la soudure ne se fait généralement pas.

C'est dans les terrains humides à sous-sol imperméable que

la gommose bacillaire cause le plus de dégâts et présente les formes les plus graves.

La nature bactérienne de la gommose bacillaire n'a pas été admise par tous les botanistes. Schilbersky pense que l'on a pris pour une maladie distincte le simple dépérissement de Vignes déjà envahies par des parasites (Phylloxéra, Mildiou, etc.), et que les Bactéries ne seraient que secondaires. Mangin va plus loin : il nie catégoriquement l'existence d'une maladie, la formation de la gomme dans les vaisseaux de la Vigne étant pour lui un phénomène normal.

Rathay pense que la production de gomme n'est pas le résultat de l'action de Bactéries, qui d'ailleurs n'existeraient que dans le bois bruni ; la formation de la gomme et des thylles serait due à une simple irritation produite par des blessures.

Nous ne ferons que signaler l'opinion de Prunet, qui attribue la gommose, aussi bien que la brunissure, au parasitisme d'une Chytridiale, le *Cladochytrium viticolum*.

Traitement. — 1° Recéper d'une façon aussi complète que possible les portions atteintes ;

2° Badigeonner les plaies avec une solution de sulfate de fer (solution de Skawinski), et les obturer avec un mastic ou mieux du coaltar ;

3° La précaution la plus importante est à observer au moment de la taille ; après la taille d'un cep atteint, le sécateur peut infecter des pieds sains ; il faut donc réserver les souches malades et ne les tailler qu'à la fin.

Ce procédé est aussi sûr et plus pratique que la désinfection du sécateur ;

4° Enfin l'emploi des engrais phosphatés, et surtout des superphosphates, est à conseiller.

Gommose bacillaire du Mûrier. — Cette maladie, signalée pour la première fois en Italie par Cuboni (1890) existe assez répandue dans le Midi de la France, où elle a été étudiée par Arnaud et Secrétain, ainsi qu'en Amérique et en Australie. Elle envahit les rameaux et les feuilles ; en y provoquant les lésions assez variées.

Les altérations des rameaux sont dues à la présence de bactéries localisées au début dans les vaisseaux, où elles se déplacent

assez rapidement, puis s'étendant aux tissus avoisinants. Extérieurement, les altérations consistent en un brunissement, puis un noircissement des tissus, formant des taches isolées, ovales ou linéaires ; les extrémités des rameaux se courbent et se dessèchent ; les pétioles et les nervures foliaires peuvent montrer des lésions analogues. Dans les cas les plus graves, les tissus de l'écorce se fendent, provoquant la formation de véritables chancres. Dans tous les cas, les altérations, d'un rameau, bien que paraissant extérieurement isolées, sont reliées les uns aux autres par la présence de bactéries dans les vaisseaux des régions paraissant saines.

Sur le limbe des feuilles, on trouve en outre des taches isolées, brunes, irrégulières.

Des bactéries se montrent en abondance dans les vaisseaux et y sont réunies par une substance gommeuse. Dans les feuilles les cellules du parenchyme se dissocient et meurent.

Les divers auteurs qui se sont occupés de la maladie des mûriers ont rencontré des bactéries dans les tissus atteints ; mais tous ne sont pas d'accord sur l'identité du parasite ; ainsi Macchiati a isolé un bacille jaune qu'il appelle *Bacillus Cubonianus*, alors que Cavara a obtenu deux espèces différentes avec lesquelles il n'a pas fait d'infection.

E. F. Smith, reprenant l'étude de la maladie aux États-Unis, a isolé une Bactérie à colonies blanches, non liquéfiante, pour laquelle il reprend le nom de *Bacterium Mori* donné par Boyer à l'organisme parasite, mais non décrit, et avec laquelle il a pu obtenir des infections.

C'est certainement la même espèce qu'ont cultivée Arnaud et Secrétain et avec laquelle ils ont facilement infecté par piqûre des jeunes rameaux de mûrier ; des lésions caractéristiques apparaissent, avec exsudation de substance gommeuse au niveau de la piqûre.

On est mal fixé sur le mode naturel d'introduction du parasite dans les tissus du mûrier, sans doute par des blessures.

Ajoutons que, pour certains auteurs (Macchiati, Voglino, etc.), la Bactérie parasite serait capable d'attaquer les Vers à soie en produisant une maladie analogue à la flacherie.

Le seul traitement consiste à couper et brûler les rameaux atteints.

Gommose bacillaire de la Betterave. — Décrite en 1891, presque en même temps par Kramer et par Sorauer, la gommose bacillaire de la Betterave est une maladie assez répandue dans certaines régions de l'Allemagne, et qu'on a rencontrée également en Belgique, en Roumanie et peut-être aux États-Unis (Arthur et Golden) ; en France, elle semble rare.

La maladie fait son apparition pendant l'été, en juillet ou en août ; les feuilles se flétrissent et jaunissent ; mais le caractère le plus net s'observe quand on sectionne la racine ; on y voit les vaisseaux fortement colorés en brun, laissant échapper un liquide épais et visqueux ; par suite de la disposition de ces vaisseaux sur la coupe de la racine, celle-ci présente plusieurs cercles bruns concentriques. Le brunissement s'étend peu à peu à tous les tissus, qui finissent par pourrir généralement à partir de la pointe de la racine.

De nombreuses Bactéries s'observent dans les parties atteintes. Kramer y a rencontré des bâtonnets courts, isolés ou plus rarement en chaînes, ne liquéfiant pas la gélatine. C'est à cette espèce que Migula a donné le nom de *Bacillus Betæ*.

En 1897, Busse, reprenant l'étude de la gommose des Betteraves, a extrait des racines malades plusieurs espèces de Bactéries dont l'une (*Bacillus Bussei* Migula) a reproduit par infection les symptômes de la maladie ; c'est un Bacille à éléments isolés ou fréquemment associés par deux, plus rarement en chaînes, ne liquéfiant pas la gélatine, et produisant dans les cultures des gaz en grande quantité. On ne peut affirmer l'identité des Bactéries observées par Kramer et par Busse.

La gommose bacillaire de la Betterave est favorisée par l'apport au sol de potasse ou d'engrais azotés ; mais ces derniers n'ont d'action que s'il survient une période de sécheresse (Sorauer). L'acide phosphorique augmente au contraire la résistance des Betteraves à la maladie.

Parmi les autres affections bactériennes du système vasculaire, citons seulement les suivantes qui ne semblent pas exister en France :

La maladie bactérienne des arbres fruitiers et surtout du Poirier, due à *Bacillus amylovorus* (Burrill) de Toni, maladie très grave qui sévit aux États-Unis et produit le dessèchement des fleurs et la mort des pousses et même des branches.

La maladie bactérienne du Maïs, également américaine, et due à *Bacterium Stewarti* E. Smith :

La gommose bactérienne de la canne à sucre, produite par *Bacterium vascularum* (Cobb) Greig-Smith ; etc.

III. — POURRITURES BACTÉRIENNES.

Chez ce type de maladies bactériennes, les tissus envahis sont très rapidement détruits et se transforment en une masse molle, sans consistance, à odeur souvent désagréable. En réalité la distinction n'est pas toujours nette entre les maladies vasculaires et les pourritures bactériennes, car dans certains cas, ces dernières débutent dans les vaisseaux d'où elles se généralisent rapidement aux tissus avoisinants, tandis que les maladies vasculaires peuvent d'un autre côté s'étendre à la fin de leur évolution et provoquer des phénomènes de pourriture.

Quoi qu'il en soit, nous groupons dans ce chapitre toutes les pourritures des organes charnus (tubercules, bulbes, rhizomes, fruits), ainsi que des attaques à la base des tiges qu'on peut désigner du nom général de « gangrène du collet ».

Gangrène du collet. — C'est sur la Pomme de terre que cette maladie a été signalée pour la première fois par Prillieux et Delacroix (1890).

La première atteinte se voit au voisinage du collet où les tissus y sont profondément altérés sur tout le pourtour de la tige ou sur une partie seulement ; le mal s'étend en remontant vers les feuilles. Dans les parties attaquées, les cellules sont tuées, les membranes fortement colorées en brun. Les plantes affectées meurent rapidement.

La Bactérie cause de la gangrène se trouve abondamment dans les parties malades ; elle se cultive facilement. C'est un Bacille cylindrique atteignant 1µ,5 de longueur. Sur bouillon, il présente un caractère très net ; c'est la coloration d'un beau

vert urane que prend le milieu ; cette coloration s'observe aussi sur le bouillon gélosé ou gélatiné ; ce dernier est rapidement liquéfié. Prillieux et Delacroix avaient désigné cette Bactérie sous le nom de *Bacillus caulivorus* ; mais il est bien démontré aujourd'hui que ce n'est qu'une race adaptée au parasitisme d'une Bactérie très commune dans le sol, le *Bacillus fluorescens liquefaciens* Flugge.

La gangrène de la tige de la Pomme de terre, assez fréquente certaines années, peut causer des dégâts assez grands. Le traitement est celui de la jambe noire ; en particulier il faut ne planter que des tubercules bien sains et entiers.

La même Bactérie peut causer des pourritures bactériennes sur un assez grand nombre de plantes ; Prillieux et Delacroix l'ont constatée sur les *Pelargonium*, les Clématites à grandes fleurs, les *Begonia*, les *Gloxinia* et autres plantes d'ornement (*Phlox*). On la rencontre aussi sur la Tomate, le Tabac, etc.

Sur le Tabac notamment, Delacroix a observé le *Bacillus fluorescens liquefaciens* envahissant et détruisant les semis. Le même auteur attribue à une forme très voisine, le *Bacillus fluorescens putridus* Flügge, la pourriture de la moelle des tiges du tabac après écimage.

Il est d'ailleurs probable que des bactéries variées du sol et de l'eau puissent s'adapter au parasitisme et provoquer des pourritures du collet ; en tout cas, ce sont des parasites de blessure s'introduisant souvent par des plaies d'insectes. C'est sans doute le cas pour une pourriture du collet du Tabac, observée par Delacroix et attribuée à *Bacillus tabacivorus*.

La pourriture bactérienne des Choux-fleurs.— Cette altération, signalée par Delacroix en 1905, a causé de grands dégâts dans le Pas-de-Calais ; le Chou-Fleur y a surtout été atteint ; mais d'autres variétés peuvent aussi être attaquées, sauf le Chou de Bruxelles qui semble réfractaire à la maladie. Cette pourriture a sévi sur des sols tourbeux provenant du dessèchement d'anciens marais, et la forte proportion d'azote que ces terres renferment n'est sans doute pas sans influence sur le grand développement de la maladie. Les dégâts peuvent être très importants, et parfois la presque totalité des pieds ont été atteints.

La pourriture des Choux-Fleurs est caractérisée par la développement à la partie supérieure des pétioles de véritables chancres qui débutent par une coloration livide, gagnent de plus en plus et amènent l'élimination des tissus transformés en bouillie. L'influence de l'humidité est très nette sur la marche de la maladie ; si le temps devient sec, le mal peut s'arrêter et même les chancres peuvent se cicatriser par formation d'une couche de liège cicatricielle ; mais si l'humidité persiste, la nécrose s'étend, peut gagner le bourgeon terminal, le liquéfier et même creuser la partie supérieure de la tige. Les racines sont toujours indemnes.

La nature bactérienne de cette affection ne peut être mise en doute. Delacroix a isolé une Bactérie qui colore en vert les milieux de culture et ne liquéfie pas la gélatine ; il l'appelle *Bacillus brassicævorus* et a mis en évidence ses propriétés pathogènes en réalisant l'infection de pieds sains à l'aide de cultures pures.

Griffon a isolé trois Bactéries qu'il rapporte aux *Bacillus fluorescens liquefaciens* et *putridus* Flügge et au *Bacillus coli communis* et qui toutes trois sont capables de provoquer sur les Choux des phénomènes de pourriture ; pour cet auteur, le *Bacillus brassicævorus* Delacroix n'est qu'une forme du *Bacillus fluorescens putridus*, au même titre que le *Bacillus caulivorus* se rapporte au *Bacillus fluorescens liquefaciens*.

Dans la nature, l'infection doit être réalisée par les insectes (Chenilles) et les Limaces qui rongent souvent les pétioles et en même temps inoculeraient la Bactérie virulente prise dans le sol ou sur des Choux déjà malades. La contamination est d'ailleurs facilitée par l'absence d'assolement et par la mauvaise habitude qu'ont les cultivateurs de jeter sur le sol les Choux atteints de pourriture.

Traitement. — 1° Arracher et détruire les pieds atteints, soit en les incinérant, soit en les enfouissant très profondément ;

2° Diminuer autant que possible l'humidité, qui, nous l'avons vu, a une si grande influence sur la marche de l'infection ; il faut donc drainer les terres trop humides ou les assainir par l'établissement de fossés profonds ;

3° Ne pas faire revenir sur les sols infectés la culture des Choux pendant deux ans au minimum ; c'est là une précaution très importante et dont les cultivateurs n'ont pas assez tenu compte ;

4° Les engrais potassiques et surtout phosphatés seraient de nature à augmenter la résistance de la plante ; au contraire, on aura avantage à diminuer la dose des engrais azotés.

De la pourriture bactérienne des Choux-Fleurs, il faut rapprocher une maladie observée au Canada par Harrisson ; les parties atteintes sont transformées en masses molles, blanches, par une Bactérie, le *Bacillus oleraceæ* Harrisson ; cette espèce est également capable d'envahir bien d'autres plantes, telles que la Carotte, la Betterave, la Tomate, l'Oignon, etc.

Pourriture bactérienne des Navets. — Cette maladie des Navets, observée par Potter en Angleterre, est caractérisée par le jaunissement et la chute des feuilles, tandis que les racines se colorent en gris ou en brun et se transforment en une masse molle à odeur désagréable. Potter attribue cette pourriture à une Bactérie de grande taille, le *Pseudomonas destructans* Potter, qu'il a isolée et avec laquelle il a pu réaliser l'infection de Navets sains.

La pourriture humide des tubercules de la Pomme de terre. — Il arrive fréquemment que les tubercules de Pomme de terre, surtout ceux qui sont conservés en silos pendant l'hiver, pourrissent, se transforment en une masse visqueuse, d'un jaune clair, renfermant de nombreuses Bactéries, et recouverte par le périderme, qui seul reste à peu près intact. Cette « pourriture humide » se distingue d'une autre altération fréquente, la « pourriture sèche », dans laquelle au contraire le tubercule devient dur, reste sec, souvent pénétré par le mycélium de Champignons surtout le Fusarium (V. p. 335), dans ce dernier cas, les grains d'amidon restent intacts, tandis que dans la pourriture humide ils sont solubilisés par les diastases sécrétées par les Bactéries.

La pourriture humide n'est pas le fait d'une seule espèce bactérienne, ce n'est pas une maladie due à une Bactérie déter-

minée, spécifique ; d'autre part, les divers organismes qu'on peut extraire de la pulpe pourrissante ne sont pas capables d'attaquer un tubercule sain, au moins dans la grande majorité des cas. Mais, comme Wehmer l'a montré, si l'on asphyxie une Pomme de terre par immersion dans l'eau pendant plusieurs jours, on peut facilement en obtenir la contamination ; on n'a plus alors affaire qu'à un organe semi-mort, et des conditions analogues peuvent fort bien se trouver réalisées dans les silos où sont entassés les tubercules pendant l'hiver. Toutefois Wehmer a été trop catégorique en niant toute espèce d'affection bactérienne des tubercules.

Van Tieghem le premier a attribué au *Bacillus amylobacter* des cas très nets de pourriture avec production d'acide butyrique ; d'après Van Hall, cette Bactérie y existe bien, mais ce n'est pas à son action seule qu'il faut attribuer l'altération, d'autres Bacilles joueraient même le principal rôle, et en particulier le *Bacillus solaniperda* isolé par Kramer de Pommes de terre pourrissantes et avec lequel il a reproduit la maladie par infection. Le *Bacillus solaniperda* est d'ailleurs capable de produire de l'acide butyrique, comme l'*amylobacter ;* il désagrège les tissus par dissolution d'abord de la membrane intercellulaire, puis de la paroi même des cellules ; ce n'est pas à lui qu'il faut attribuer la destruction de l'amidon.

Mais, dans bien des cas, la pourriture humide des tubercules de Pomme de terre est due à d'autres Bactéries et en particulier à celles que nous avons déjà signalées comme capables de vivre en parasites sur la Pomme de terre : les *Bacillus solanacearum, fluorescens liquefaciens, phytophtorus, atrosepticus ;* ils agissent seuls, ou le plus souvent aidés par des espèces vulgaires, auxquelles ils ont ouvert la porte. De même les tubercules atteints de la « maladie de la Pomme de terre », produite par le *Phytophthora infestans*, pourrissent avec la plus grande facilité, et, si le Champignon est le véritable parasite, celui qui apparaît le premier, ce n'est pas à lui qu'il faut attribuer le phénomène même de la pourriture ; par des cultures pures de ce Champignon, Matruchot et Molliard ont montré qu'il est incapable par lui-même de provoquer la pourriture humide des tubercules ; il n'en est pas moins vrai qu'il

est très fréquemment la cause première de cette altération en affaiblissant les tubercules où il vit et en facilitant leur attaque par des Bactéries diverses, même saprophytes.

Roze a signalé des cas de pourriture qu'il attribue à divers Microcoques (*Micrococcus imperatoris*, *flavidus*, *albidus*) ; malheureusement, ses observations sont incomplètes, et la description qu'il donne de ces espèces est très insuffisante, d'autant qu'elles n'ont pas été cultivées.

Van Hall a aussi reconnu que le *Bacillus subtilis* était capable, dans certaines conditions, de provoquer la pourriture des tubercules de Pommes de terre ; mais il n'agit qu'à haute température (37°), et, dans la pratique, les cas où l'on peut rencontrer cette Bactérie dans les Pommes de terre doivent être rares.

Le *Bacillus xanthochlorum* Schuster, considéré par Schuster comme l'un des agents de la pourriture humide, semble bien n'être qu'une forme des Bactéries fluorescentes du sol.

Enfin, nous rappellerons les expériences de Laurent et de Lepoutre, qui ont montré que diverses Bactéries banales, comme les *Bacillus fluorescens putridus* et *coli communis*, sont capables, dans certaines conditions, de pénétrer des tubercules de Pomme de terre et d'y faire apparaître des phénomènes de pourriture.

En résumé, bien des espèces de Bactéries peuvent concourir à la production de la pourriture humide de Pommes de terre, mais, sauf certaines exceptions (*Bacillus phytophthorus* et probablement *solaniperda*), seuls peuvent être envahis des tubercules conservés dans de mauvaises conditions ou déjà affaiblis par l'attaque de parasites vrais, parmi lesquels il faut citer en première ligne le *Phytophthora infestans*.

Il faut ajouter que l'influence de la variété présente une certaine importance et que, pour une variété donnée, la nature du sol, et notamment sa teneur en azote et acide phosphorique, sont des éléments qui jouent un rôle important dans la prédisposition des tubercules à la pourriture, comme l'ont montré les expériences de Laurent et de Lepoutre.

Traitement. — Il ne peut évidemment s'agir que de mettre les tubercules dans des conditions de conservation les plus

défavorables au développement des organismes causes de pourriture. Deux conditions sont indispensables pour une bonne conservation des tubercules : la sécheresse et une température basse, sans toutefois que la gelée soit à craindre ; quant à la lumière, son action serait plutôt favorable à la conservation ; mais elle fait verdir les tubercules, ce qui les rend inutilisables pour l'alimentation ; on ne peut donc conserver à la lumière que les tubercules destinés à servir de semence.

Les tubercules à conserver doivent être complètement sains ; lors de la récolte, il faut mettre de côté tous ceux qui présentent une altération, si petite soit-elle, et qui devront être utilisés de suite. Les autres ne doivent être ensilés ou mis en tas qu'une fois parfaitement secs ; les tas seront de petite dimension, établis sur lit de paille et placés dans des hangars bien aérés. Quant aux silos, il faut y faire une cheminée d'appel qui en assure l'aération et les découvrir dès que la température monte et atteint 10 à 12°.

Pourriture bactérienne des tomates. — Signalée dans le nord et le centre de la France par Prillieux, retrouvée aux États-Unis par Earle, au Danemark par Rostrup, etc., cette altération est caractérisée par le brunissement des fruits, brunissement qui débute toujours à l'insertion du style ; de là, la pourriture gagne progressivement tout le fruit en s'étendant en cercles.

Prillieux a rencontré dans les tissus attaqués un Bacille qui, en cultures, est formé d'éléments isolés, entourés de zooglées. Il pense que l'infection se fait dans la fleur par le style, mais n'a pu l'obtenir artificiellement dans ces conditions ; par piqûre des jeunes fruits, au contraire, elle se réalise très facilement, de sorte qu'il semble plus rationnel de supposer que dans la nature l'infection se fait par des piqûres d'Insectes.

L'organisme parasite a été isolé par Pavarino (1910) et doit porter le nom de *Bacterium Briosii* Pavar.

Groenewege, reprenant récemment l'étude de cette même maladie, la regarde aussi comme de nature bactérienne et l'attribue à une Bactérie qu'il nomme *Phytobacter Lycopersici*, mais qui est identique à celle que Pavarino avait isolée déjà.

La pourriture des Tomates cause des dégâts dans les serres,

surtout dans celles où la culture se poursuit depuis longtemps sans renouvellement de la terre. La Bactérie doit persister dans le sol où elle est amenée par les fruits malades tombés. Ce sont surtout les Tomates placées dans la partie basse de la plante qui sont exposées à pourrir.

Le traitement consiste à changer la terre qui a porté des pieds malades, à pratiquer une alternance de culture, enfin à détruire les Tomates pourrissantes qui, sous aucun prétexte, ne doivent être incorporées au sol comme engrais.

Maladies bactériennes des raisins. — Une pourriture bactérienne des grappes fut signalée en 1891 par Cugini et Macchiati en Italie (province de Modène), où elle a causé de grands dégâts.

Le mal apparaît à la fin de la floraison ; les rafles brunissent, se fanent, puis se dessèchent rapidement en même temps que les fleurs ; les grappes atteintes se détachent de la plante. Parfois la maladie apparaît plus tard, et son évolution est plus lente.

Tous les tissus des grappes attaquées contiennent des Bactéries longues de 3 à 4 μ, cylindriques, isolées, mobiles ; Cugini et Macchiati les désignent sous le nom de *Bacillus uvæ*. En culture, outre la forme qu'on observe dans les tissus, on obtient des éléments associés en chaînes, ainsi que des spores ; la gélatine est liquéfiée.

Cugini et Macchiati ont obtenu l'infection de grappes arrosées avec une culture de Bacille. Van Hall trouve ces expériences insuffisantes pour démontrer d'une façon certaine la nature bactérienne de la maladie.

Dans les serres de la Belgique et du nord de la France, on observe souvent une pourriture des raisins qui y produit de grands dommages. L'attaque se produit à l'approche de la véraison ou plus tard ; des taches d'un jaune clair, puis brunes, apparaissent, soit sur le grain, soit plus souvent sur les rafles : elles s'étendent et amènent la dessiccation ou la pourriture de tous les raisins situés au delà de la partie attaquée.

Dans les tissus malades, se trouvent de nombreux Bacilles ; mais aucune expérience d'infection ne permet d'affirmer le parasitisme de cette Bactérie.

La « maladie du coup de pouce » a été parfois attribuée à des Bactéries, à tort, semble-t-il, cette affection ne semblant pas de nature parasitaire ; les grains sont atteints avant la véraison et présentent un point décoloré qui s'étend en une tache livide, puis d'un brun violacé, fortement déprimée comme avec le doigt (coup de pouce) ; puis l'altération gagne tout le grain, qui se dessèche et tombe.

La graisse des Haricots (pl. LXXXV, fig. 1-3). — Cette altération, assez répandue dans les champs des environs de Paris, y cause de graves dégâts, surtout dans les étés humides et orageux ; la maladie procède par plages éparses, plus ou moins étendues ; elle attaque inégalement les diverses variétés, parmi lesquelles le Flageolet Chevrier est particulièrement sensible.

Les tiges, pétioles et feuilles peuvent être atteints et présenter des lésions peu caractérisées rappelant celles de la gelée ; mais ce sont surtout les gousses qui sont attaquées quand elles atteignent 8 à 10 centimètres de longueur ; elles montrent des taches d'étendue et de forme variables, d'abord d'un vert foncé ressemblant à la macule produite par une goutte d'huile ou de graisse, d'où le nom donné à la maladie. Selon les variétés, la tache peut rester sèche, entourée d'une bordure rouge diffuse ; ou plus souvent le tissu se ramollit et laisse exsuder un liquide visqueux, plein de Bactéries. La lésion s'étend aussi en profondeur ; les graines elles-mêmes s'infectent et présentent des taches d'un brun clair.

La graisse du Haricot peut se confondre avec l' « anthracnose », due à un Champignon, le *Colletotrichum Lindemuthianum :* dans cette dernière maladie, les taches, entourées d'une bordure d'un pourpre noir, se creusent et se couvrent de petites pustules d'un rose de chair qui sont les fructifications du Champignon ; on ne voit rien de tel dans la graisse, qui d'ailleurs peut accompagner l'anthracnose sur les mêmes gousses.

La Bactérie cause de la graisse existe abondamment dans les cellules des taches, elle en détruit en partie les parois. La culture en est facile ; le milieu n'est pas coloré et la gélatine reste inaltérée ; dans les cultures âgées, on rencontre des formes irrégulières, de longs filaments pelotonnés.

L'infection se fait très facilement par piqûre d'une gousse saine avec une aiguille chargée d'un peu de pulpe malade, ou d'une goutte de la culture jeune de la Bactérie, qui d'ailleurs perd rapidement ses propriétés pathogènes par la culture. L'infection peut aussi se réaliser par simple contact, sans blessure préalable, mais la réussite en est moins assurée. Dans les champs, les premières taches apparaissent à l'extrémité de jeunes gousses traînant sur le sol ; cependant la Bactérie ne doit pas persister longtemps dans la terre. Mais, si l'on sème des graines atteintes, les pieds qui en proviennent se développent très peu, s'affaissent et pourrissent ; ils apportent ainsi au sol la Bactérie virulente, capable d'infecter les pieds voisins. C'est donc par le semis de graines malades que la graisse se propage d'une année à l'autre.

La graisse des Haricots est très probablement identique à une maladie de cette même plante signalée en Amérique par Beach et Halsted (1902), puis par E. F. Smith, et attribuée par ces auteurs au parasitisme d'une Bactérie, le *Bacterium Phaseoli* Smith.

Traitement. — Observer rigoureusement un assolement triennal.

Ne semer que des graines soigneusement choisies dépourvues de toute tache. Pour plus de sécurité, on peut n'utiliser que des semences provenant d'une région indemne de la maladie.

Le gras de l'Oignon. — Cette affection n'est pas rare dans les cultures maraîchères des environs de Paris, surtout dans les terres argileuses où les dégâts peuvent parfois être importants.

Les bulbes qui sont la seule partie attaquée, ont leurs tuniques externes desséchées et ternes ; les tuniques plus profondes perdent leur éclat, deviennent molles, onctueuses au toucher et finissent par s'éliminer en une pulpe d'odeur désagréable. Le plateau du bulbe, par où la maladie semble débuter, est constitué par des éléments morts, désagrégés par liquéfaction de la matière intercellulaire. Du plateau la maladie s'étend aux tuniques, mais d'une façon irrégulière, tantôt vers le bourgeon central, tantôt au contraire vers les tuniques extérieures.

La Bactérie qui cause cette maladie, le *Bacillus cepivorus* Delacroix, se cultive très facilement ; ses éléments sont ovoïdes, souvent réunis par deux, et ne montrent ni spores ni cils. Ils troublent le bouillon et le rendent visqueux sans le colorer; la gélatine n'est pas liquéfiée. Enfin la Bactérie produit dans les cultures un dégagement de bulles gazeuses.

A partir de cultures pures, l'infection est facile et ces cultures conservent pendant plusieurs générations leurs propriétés pathogènes. La pénétration semble possible sans qu'il y ait plaie, au moins sur les tuniques jeunes.

Divers auteurs ont décrit sur les Oignons des maladies plus ou moins analogues ; mais ces descriptions sont trop sommaires pour affirmer l'identité de ces altérations avec le gras.

Traitement. — Le traitement ne peut être que purement préventif ; il consiste à ne pas négliger la rotation des cultures et à additionner le sol d'engrais phosphatés, en particulier de superphosphates.

Les Oignons provenant de cultures où la maladie a sévi, doivent autant que possible être consommés dès leur récolte, car, dans quelques bulbes peu atteints, la maladie continue à progresser et ils deviennent des foyers d'infection.

Pourriture de rhizomes d'Iris. — Cette maladie, signalée par Van Hall, attaque les *Iris florentina* et *germanica* dont les feuilles se dessèchent, tandis que la base souterraine de ces feuilles et la partie correspondante du rhizome deviennent molles, humides et pourrissent en restant inodores, au moins au début. La pourriture peut gagner toute la partie souterraine de la plante et la tuer.

La culture des parties atteintes a donné à Van Hall, selon les cas, des Bactéries différentes, mais capables de reproduire par infection la pourriture des rhizomes d'Iris et même de provoquer des phénomènes analogues sur d'autres plantes ; Van Hall a appelé ces espèces *Pseudomonas Iridis* et *Bacillus omnivorus ;* ce sont très probablement des races de Bactéries banales du sol qui se sont adaptées au parasitisme.

Bien d'autres pourritures bactériennes ont été signalées

sur les plantes cultivées ; elles se rapportent d'ailleurs aux types décrits ci-dessus. Nous n'en parlerons pas ici, soit qu'elles n'aient pas été rencontrée en France ou dans les pays voisins, soit qu'elles n'offrent qu'une importance pratique minime. D'ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que l'adaptation au parasitisme de Bactériacées saprophytes est toujours possible, en sorte que la liste des pourritures bactériennes ne sera jamais close.

XIV. — MALADIES BACTÉRIENNES DIVERSES OU MAL CONNUES.

Des maladies encore incomplètement connues ont été attribuées de façon plus ou moins certaine à des bactéries. Dans certains cas, cette attribution est certainement erronée, dans d'autres, elle est très vraisemblable, mais non encore suffisamment démontrée, l'organisme parasite étant mal connu ou non identifié avec certitude.

C'est le cas des maladies suivantes :

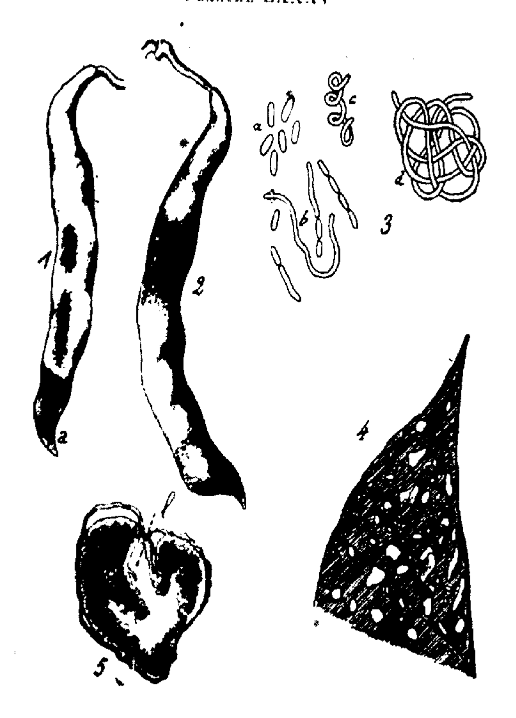
La maladie du blé rose. — C'est la première maladie bactérienne signalée sur les végétaux (Prillieux. 1879) ; son importance pratique n'est pas bien grande, car cette altération semble rare et localisée.

Les grains de Blé atteints sont mal développés, ridés et colorés en rose, surtout à l'intérieur ; l'albumen présente une ou quelquefois plusieurs grandes cavités, toutes tapissées intérieurement de nombreuses colonies de Bactéries globuleuses ou courtement ovoïdes ; ce sont ces Bactéries qui sécrètent la matière colorante rose, ainsi que des diastases qui corrodent l'amidon, puis le gluten, et enfin la paroi même des cellules, d'où formation de lacunes (pl. LXXXV, fig. 5).

Prillieux a appelé cette Bactérie *Micrococcus Tritici* : quelques auteurs ont pensé que ce n'était qu'une forme du *Bacillus prodigiosus*, mais cette opinion n'est basée sur aucune preuve, car la Bactérie du Blé rose n'a pas été cultivée.

La maladie bactérienne du collet du Fraisier. — Cette affection n'est pas très rare en France (G. Delacroix,

PLANCHE LXXXV



GRAISSE DES HARICOTS. — 1, gousse portant une tache jeune *a*. — 2, gousse portant une tache plus âgée. — 3, Bactéries : *a*, forme observée en culture jeune ; *b*, *c*, *d*, formes en chapelet et en filaments plus ou moins contournés observées dans des cultures âgées.

MALADIE DES TACHES BLANCHES DU TABAC. — 4, portion de feuille malade.

MALADIE DU BLÉ ROSE. — 5, coupe d'un grain atteint : *l*, lacune (d'après Prillieux).

P. Hariot) ; elle a été signalée en Italie par Voglino. La plante est atteinte à son collet, qui présente de petites taches blanches remplies de Bactéries ; le périderme est désorganisé le premier, puis le parenchyme cortical et le liber, et enfin la moelle est elle-même attaquée ; seul le bois n'est pas complètement détruit.

Voglino a obtenu en culture un *Micrococcus* tendant à s'allonger et à se rapprocher des formes *Bacillus*, qui existent d'ailleurs dans les tissus vivants de la plante, surtout dans la région cambiale et à l'automne. Voglino a obtenu des infections avec la culture pure de cette Bactérie.

Traitement. — 1° Une alternance de cultures d'au moins trois ans s'impose dans les terres où la maladie a sévi ;

2° Ne planter que des pieds parfaitement sains ;

3° Additionner le sol de superphosphate (environ 50 grammes par mètre carré).

Jaunisse de la Betterave.— La jaunisse a été signalée pour la première fois par Troude, en 1896, dans le nord de la France ; mais c'est, semble-t-il, une maladie ancienne, dont la présence n'avait pas attiré l'attention.

C'est, en général, dans la première quinzaine de juillet, quelquefois plus tard, que la maladie apparaît ; les feuilles semblent avoir perdu leur turgescence ; leur extrémité s'abaisse vers le sol. Le limbe des feuilles extérieures, puis de celles du centre, se montre finement marqueté de vert foncé et de vert pâle ; cette apparence est surtout sensible quand on regarde la feuille par transparence et rappelle celle de la mosaïque du Tabac. Progressivement, ces deux teintes deviennent moins tranchées, la coloration vire vers un ton jaunâtre uniforme, et enfin la feuille finit par se dessécher entièrement. Les bractées florales présentent des altérations semblables sur les porte-graines.

La maladie est plus fréquente dans les terres fraîches.

Dans les cas de fortes attaques, les racines ne grossissent plus à partir de juillet. Les Betteraves atteintes, replantées au printemps suivant comme porte-graines, produisent toujours des pieds malades ; néanmoins les graines arrivent à maturité.

Dans les parties vert pâle des feuilles, la coloration des

chloroleucites vire de plus en plus vers le jaune à mesure que la maladie évolue. De plus, on rencontre dans les cellules de nombreuses Bactéries ovoïdes, très mobiles, qu'on retrouve aussi dans les pétioles, la tige, la racine des pieds atteints et jusque dans les bractées florales et les calices des porte-graines ; la graine proprement dite n'en renferme pas.

Cette Bactérie, le *Bacillus tabificans* G. Delacroix, se développe bien dans les milieux artificiels ; elle forme un voile léger qui, à la fin du développement, tombe au fond du tube en donnant un dépôt visqueux. La Bactérie présente ce caractère très particulier de ne pas végéter dans les milieux gélatinés.

D'après Delacroix, l'infection réussit en partant de cultures pures pulvérisées sur des pieds sains ; mais, cultivée sur milieu artificiel, la Bactérie perd très rapidement ses propriétés virulentes.

Comment se fait la propagation de la jaunisse? Il est certain que l'enfouissement des feuilles malades peut permettre l'infection ; de même le semis de graines provenant de pieds atteints peut également reproduire la maladie ; l'expérience a d'ailleurs montré que de telles graines ne restent pas indéfiniment dangereuses ; les Bactéries, qui n'existent que dans les calices, y meurent au bout de quelques années, et les semences provenant de porte-graines infectés peuvent être semées dès la quatrième année après leur récolte, sans qu'on ait à craindre l'apparition de la jaunisse.

Mais, dans la grande majorité des cas, l'infection se fait par les porte-graines atteints, qui, nous l'avons vu, donnent toujours naissance à des pieds malades ; la jaunisse apparaît dans les champs au voisinage de ces porte-graines, sur les pieds qui se trouvent dans la direction des vents dominants. C'est là un fait bien connu des agriculteurs dans les régions où la jaunisse est fréquente.

Les dégâts peuvent être assez considérables. La richesse en sucre des Betteraves malades est souvent diminuée, et surtout le poids des racines reste toujours plus faible, de telle sorte que le rendement peut baisser d'un tiers, de la moitié et même plus.

La jaunisse de la Betterave existe, en dehors de la France, en Allemagne et en Suède notamment.

Traitement. — 1° L'assolement devra être au moins triennal ;

2° Éviter de porter au fumier les feuilles de Betteraves provenant des champs infectés, puisque l'apport au sol de ces feuilles peut propager la maladie. Le mieux sera de les enfouir profondément ;

3° Ne semer que des graines âgées de quatre ans au moins, qui ne peuvent être une source d'infection, même provenant de porte-graines malades ;

4° La précaution la plus importante est de ne pas cultiver de porte-graines dans les régions productrices de Betteraves tant fourragères que sucrières.

Le chancre du Tabac. — Connu depuis longtemps par les cultivateurs sous le nom de « noir », « anthracnose », « charbon », « pourriture », le chancre est une maladie fréquente du tabac et existe en France dans toutes les régions où on cultive cette plante.

La maladie apparaît en juillet ; sur la tige et les nervures principales des feuilles prennent naissance des taches oblongues, à surface déprimée et un peu bosselée, jaunes, puis brunes, et enfin d'une teinte noirâtre livide. Ces taches s'étendent en longueur, parfois considérablement le long des tiges, d'où elles peuvent gagner les nervures des feuilles. Leur centre se déprime, puis se déchire irrégulièrement. La tache, dans la très grande majorité des cas, n'est pas limitée par la production d'un périderme cicatriciel ; elle n'a pas tendance à la cicatrisation et est devenue un véritable « chancre ». Plus tard la lésion gagne en profondeur, souvent jusqu'à la moelle ; dès lors les tiges et les feuilles perdent toute solidité et sont fréquemment brisées par le vent. Quand le chancre s'est établi vers la partie inférieure de la tige, la plante cesse de se développer, les feuilles jaunissent et se dessèchent, et le pied de Tabac meurt.

Sur les feuilles, les lésions sont de deux ordres : la présence d'un chancre sur une nervure, en arrêtant le développement de celle-ci, provoque la formation de cloques irrégulières.

D'autre part, surtout si le temps est humide, le limbe lui-même peut être envahi au voisinage des nervures malades ; il en résulte des taches très irrégulières, brunes, et cette apparence est connue sous le nom de « rouille », dénomination d'ailleurs vague et qui s'applique à bien d'autres altérations de la feuille de Tabac.

Tous les tissus attaqués sont colorés en brun intense la membrane aussi bien que le contenu des cellules. Delacroix en a isolé une Bactérie, *Bacillus æruginosus* G. Delacroix, très voisine du *Bacillus fluorescens putridus* Flugge, dont elle n'est peut-être qu'une forme ; elle colore le bouillon en vert fluorescent, ne liquéfie pas la gélatine et ne prend pas le Gram ; ses éléments (2-3 × 0,7-1-μ) sont cylindriques, isolés ou parfois réunis en dipobacilles.

Toutefois, le rôle des bactéries dans le chancre du Tabac ne paraît pas encore complètement certain ; il semble qu'à leur début, les lésions ne montrent pas toujours d'organismes étrangers ; aussi de nouvelles recherches seraient à entreprendre.

Traitement. — Il est purement préventif et comporte les indications suivantes :

1° Si le chancre s'est montré dans une plantation, ne pas y planter de Tabac pendant deux ans au moins ;

2° Arracher et brûler les pieds dès l'apparition de la maladie.

Y. Uyeda a signalé au Japon une maladie bactérienne du Tabac qui présente quelques analogies avec le chancre bactérien ; on observe, au moins au début, sur les tiges et les nervures, des taches brunes très comparables à celles du chancre ; mais la maladie paraît plus généralisée et amène la pourriture de toute la plante. La Bactérie isolée par Uyeda, *Bacillus Nicotianæ*, est d'ailleurs certainement différente du *Bacillus æruginosus* et sans doute identique au *Bacterium Solanacearum* E. F. Smith.

La « maladie des taches blanches » et la « rouille blanche » du Tabac.—Très répandue en France, la maladie des taches blanches est souvent confondue avec la nielle ou

mosaïque, maladie non parasitaire ; cependant les caractères qui les séparent sont bien nets : dans la nielle, la lésion débute toujours dans le bourgeon, tandis que la maladie des taches blanches débute sur les feuilles adultes ; par suite, on la rencontre d'abord sur les feuilles basses de la plante. Les deux maladies peuvent d'ailleurs coexister sur les mêmes organes.

La maladie des taches blanches (pl. LXXXV, fig 4) est caractérisée par la présence sur les feuilles de petites taches, d'abord d'un vert pâle, puis presque blanches, et enfin d'un blanc mat ; ces taches sont peu étendues en surface (3 à 4 millimètres), arrondies, ovalaires, souvent anguleuses, disséminées ou fréquemment confluentes, entourées d'une marge brune formée par du liège.

Une autre altération, la « rouille blanche », présente les plus grandes analogies avec l'affection en question ; cependant, d'après Comes et Delacroix, elle en serait distincte ; les taches de la « rouille blanche » sont bien moins nombreuses, plus arrondies, entourées d'une marge brune ; leur cause n'est pas complètement élucidée, mais il semble qu'elles sont dues au parasitisme d'une Bactérie qui n'a pas encore été isolée.

Quant à la « maladie des taches blanches », elle paraît être bactérienne ; dès le début de l'affection, les cellules renferment des Bactéries mobiles, le *Bacillus maculicola* G. Delacroix ; ce sont de petits bâtonnets généralement isolés ($1,5\text{-}2,5 \times 0,7\text{-}1\ \mu$), qui se cultivent facilement ; les milieux ne sont pas sensiblement colorés ; la gélatine est rapidement liquéfiée.

Preissecker a attribué à des piqûres d'insectes (*Thrips*) une maladie du Tabac qui semble identique à la « maladie des taches blanches » ; peut-être les piqûres servent-elles de porte d'entrée à la Bactérie.

Traitement. — 1° Alternance des cultures ;

2° Éviter de porter au fumier les pieds atteints.

Écoulements muqueux des arbres. — Ludwig, qui les a spécialement étudiés, en distingue diverses sortes selon la couleur du produit plus ou moins visqueux qui s'écoule le long du tronc de l'arbre :

a. Les *écoulements muqueux blancs*, fréquents surtout sur le Chêne et dans lesquels on rencontre, avec des Levures et

d'autres Ascomycètes inférieurs (*Endomyces*, etc.), une Bactérie, *Leuconostoc Lagerheimii* Ludwig (*Bacterium xylinum* Brown), qui, selon Ludwig, aurait le principal rôle dans la production de cette sorte d'écoulement ;

b. Les *écoulements bruns*, les plus répandus sur les arbres tant forestiers que fruitiers, et dont la coloration est due à un Champignon filamenteux, *Torula monilioides* Corda ; on y trouve aussi une Bactérie, *Micrococcus dendroporthos* Ludwig ;

c. L'*écoulement noir* du Hêtre, qui renferme surtout des Algues ;

d. L'*écoulement musqué* que Ludwig attribue à un Champignon du genre *Fusarium* [*F. aquæductum* (Radl. et Rab.) Sacc.] et qu'on rencontre sur le Tilleul et l'Érable.

D'après Holtz, tous ces écoulements n'auraient pas pour cause première les organismes variés qu'on y rencontre, Bactéries, Champignons ou Algues ; toujours on peut en trouver l'origine dans une blessure produite par des Insectes ou par toute autre cause ; la sève qui s'en épanche devient un milieu de culture très favorable pour des organismes variés qui s'y développent abondamment pendant les périodes pluvieuses ; mais jamais ils ne pénètrent les tissus vivants de l'arbre.

Il y aurait peut-être lieu de distinguer plusieurs sortes d'écoulements, dont les uns seraient bien produits par des microorganismes, Bactéries ou autres, tandis que les autres ne seraient que le résultat de blessures, en particulier de gélivures ; sur des arbres languissants, comme ceux des promenades, ces lésions se cicatrisent mal en laissant suinter un liquide sur lequel se développent abondamment diverses Bactéries ou Moisissures saprophytes. Ajoutons que c'est là très fréquemment la porte d'entrée de parasites de blessure (Polypores par exemple).

TROISIÈME PARTIE

LES PHANÉROGAMES PARASITES

Les Phanérogames parasites appartiennent à des familles assez différentes. Ils peuvent attaquer des organes divers, tiges ou racines, et l'importance variable de leur parasitisme est liée à la présence ou à l'absence de la chlorophylle dans la plante parasite ; il n'y a, en effet, aucun besoin pour cette dernière d'emprunter les hydrates de carbone à son hôte, quand elle est capable de les élaborer elle-même grâce à la chlorophylle qu'elle renferme ; elle n'est alors qu'à demi parasite ; on la dit *hémiparasite*. Mais, si l'organisme parasite est dépourvu de chlorophylle, il doit emprunter à la plante hospitalière la totalité de l'aliment ; c'est un *parasite absolu*.

Il faut encore observer que, chez quelques-uns des hémiparasites où la tendance parasitaire est le moins marquée, il semble résulter d'observations récentes que, dans certaines circonstances, le parasitisme peut disparaître et la plante végéter d'une façon autonome (Santal).

La pénétration du parasite peut se faire de façon assez diverses et de même les organes végétatifs auxquels est plus spécialement dévolue la fonction parasitaire se présentent sous des aspects variés. Ce qui est surtout à noter dans la très grande majorité des Phanérogames parasites, c'est la dégradation que présentent les organes reproducteurs, surtout l'organe femelle, qui la plupart du temps se trouve réduit à sa partie essentielle et peut même ne pas se différencier en tant qu'organe spécial (Gui), de telle sorte que la plante peut être considérée comme *inovulée* et le fruit comme *inséminé* (Van Tieghem). Cette dégradation de l'ovule n'est d'ailleurs pas en connexion nécessaire avec l'état de parasitisme et se retrouve

chez quelques plantes qui vivent d'une façon autonome.

Suivant l'apparence que prennent les parasites Phanérogames et sans tenir compte de leurs affinités taxonomiques, Johow les a classés en trois groupes : les *Epiphytoïdes*, les *Lianoïdes et* les *Epirhizoïdes*.

Les Phanérogames parasites appartiennent à plusieurs familles, dont les principales sont : les *Viscacées*, les *Convolvulacées*, les *Orobanchacées*, les *Scrophulariacées* et les *Santaacées*.

D'autres familles n'ont que peu ou pas de représentants en Europe, comme les *Balanophoracées*, plantes presque exclusivement tropicales, et les *Loranthacées*, dont une seule espèce croît en Europe (le *Loranthus europæus* sur Chêne et Châtaignier dans l'Europe orientale). Signalons également l'*Arceuthobium Oxycedri* M. Bieb (sur les rameaux de Genévriers en Provence) et le *Cytinus Hypocistis* L. (sur les racines de Cistes dans le Midi et le Sud-Ouest).

FAMILLE DES VISCACÉES.

Les Viscacées, longtemps réunies aux Loranthacées dont Van Tieghem les a séparées, sont des parasites de tiges, des épiphytoïdes, répandus dans les diverses parties du globe et représentés en France par une seule espèce, le Gui.

Gui (*Viscum album* L.) (pl. LXXXVI). — Le Gui envahit les branches de beaucoup d'arbres de nos pays ; il est fréquent surtout sur les Peupliers, le Pommier, l'Épicéa, plus rare sur le Poirier, le Tilleul, l'Érable, le Charme, l'Orme, le Frêne, le Saule, le Noyer, le Châtaignier, très rare sur les *Cratægus*, le Bouleau et surtout sur le Chêne, Sur les Conifères (Pin silvestre), on trouve aussi, rarement en France, plus fréquemment en Italie et en Espagne, une variété (*Viscum laxum* Boiss. et Reut.) distincte par ses feuilles plus étroites, d'un vert plus obscur, et ses baies ovoïdes et jaunâtres.

La fréquence et la vigueur du Gui sur une essence donnée varient d'une région à l'autre et paraissent en relation avec les modifications que subit le milieu intérieur du support suivant la composition chimique du sol (Laurent).

Le Gui est une plante ligneuse, ramifiée en fausse dichotomie, à feuilles opposées, persistantes, charnues, d'un vert un peu jaunâtre. Les fleurs, qui apparaissent au printemps, sont unisexuées, disposées en cymes bipares à trois fleurs au sommet des rameaux, sessiles ou à peu près. Dans les inflorescences mâles, la fleur centrale porte deux préfeuilles, à l'aisselle desquelles naissent deux fleurs de seconde génération ; la centrale a souvent cinq ou six sépales, les latérales toujours quatre. L'androcée comprend quatre étamines entièrement soudées aux sépales, dont la face interne paraît ainsi staminifère ; chaque étamine est formée de nombreux sacs polliniques s'ouvrant par un pore.

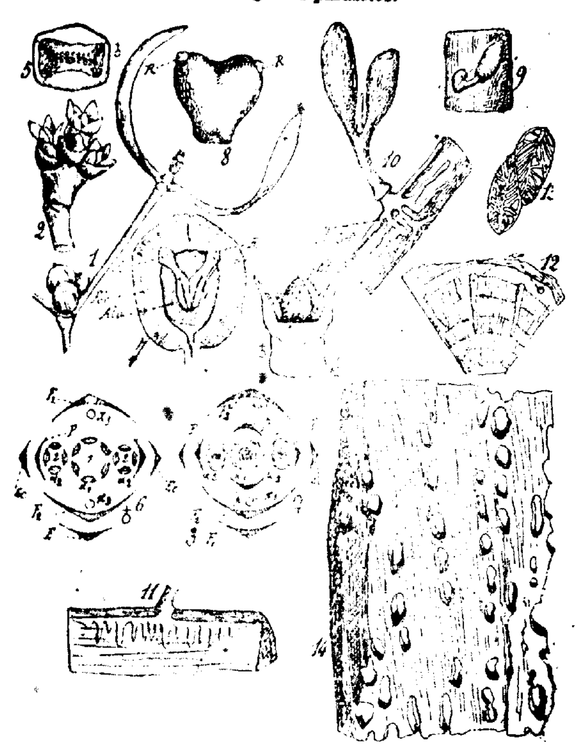
Les trois fleurs femelles de chaque cyme possèdent chacune un calice à quatre sépales ; l'ovaire est infère et termine par un style court ; il est formé de deux carpelles ouverts, épais, soudés entre eux de façon à remplir complètement la cavité ovarienne. Il n'y a pas d'ovules distincts ; les sacs embryonnaires naissent du fond de l'ovaire au nombre de cinq à six et pénètrent dans l'épaisseur même des carpelles, où s'enfonce aussi le boyau pollinique et où s'opère la fécondation.

Le fruit, mûr en automne, est une baie globuleuse, blanche, un peu translucide, à péricarpe visqueux ; elle renferme, comme d'ailleurs l'écorce des rameaux, une substance visqueuse, la *viscine*, qu'on utilise pour la préparation de la glu. Chaque baie ne renferme généralement qu'une graine verte, dépourvue de tégument et possédant, suivant la vigueur de la plante, un nombre variable d'embryons entourés d'un albumen ; il y en a généralement deux ou trois ; sur les résineux, le nombre est réduit à un seul.

Ces fruits sont collés en hiver sur l'écorce des arbres, où ils sont amenés par les oiseaux (grives), ou de toute autre manière ; ils germent au printemps. L'embryon se développe, la tigelle sort en dehors de l'albumen par l'extrémité correspondant à la radicule, qui ici est atrophiée et dépourvue de faisceau et de pilorhize ; la gemmule reste incluse dans le fruit. Comme la tigelle est négativement phototropique et fuit la lumière (Dutrochet), cette propriété facilite l'implantation du parasite dans la tige de son hôte. L'extrémité radiculaire s'aplati

Planche LXXXVI

Phanérogames parasites.



Gui (*Viscum album*). — 1, rameau femelle en fruits. — 2, une cyme femelle. — 3, diagramme au sommet d'un rameau femelle : *F.*, feuille d'un rameau, axillante pour le rameau de la génération suivante ; F_2, les deux feuilles de ce dernier rameau ; x_2, rameaux axillaires de F_2 ; α_1, α_2 et α_3, la cyme bipare, triflore ; *P.*, préfeuilles ; *p.*, préfeuilles supplémentaires. — 4, coupe longitudinale d'une fleur mâle. — 5, coupe transversale de la même. — 6, diagramme au sommet d'un rameau mâle (mêmes lettres que la figure 3). — 7, coupe d'un fruit (baie) avec graine à deux embryons : *R.*, les extrémités radiculaires. — 8, les deux embryons isolés. — 9, germination de la graine (d'après Schacht). — 10, jeune plant de Gui implanté sur Peuplier : *R. s.-c.*, racines sous-corticales. — 11, coupe longitudinale de cette tige montrant les coins *Co.* — 12, coupe transversale de la même. — 13, cellules vasculaires isolées. — 14, coupe dans un tronc d'Épicéa montrant les perforations faites par les coins.

et s'applique à la surface du rameau ; à l'endroit du contact, les cellules épidermiques du parasite s'allongent et pénètrent les tissus de l'écorce, constituant la *plaque adhésive*. Cette pénétration n'est possible que dans les rameaux encore jeunes, et l'épais périderme des branches âgées les met à l'abri du Gui. La partie centrale de la plaque adhésive s'organise bientôt en un organe de pénétration plus complexe, le *suçoir*, qui traverse l'écorce de la plante nourricière et différencie dans sa partie centrale un faisceau vasculaire. L'allongement du suçoir se fait par le fonctionnement du tissu de la base du suçoir, qui reste à l'état de méristème.

Le jeune Gui reste toute l'année dans cet état et ne se développe que fort peu l'année suivante ; au printemps de la troisième année, les deux premières feuilles apparaissent, tandis que les cotylédons restent inclus dans le fruit. L'axe se termine entre les feuilles par un bourgeon rudimentaire. La quatrième année, un rameau naît à l'aisselle de chaque feuille et se termine par deux nouvelles feuilles. Le développement se continue ensuite de la même façon, les rameaux se comportant comme la tige principale ; ce mode de végétation rend compte de la forme arrondie que présentent les touffes de Gui. Ajoutons que les tiges croissent aussi bien vers le haut que vers le bas, selon la place où la graine a germé.

Quant au suçoir, dès qu'il a atteint le bois, il émet des ramifications qui s'étendent entre le bois et l'écorce à partir du point de pénétration et apparaissent sur une branche décortiquée comme des veines vertes dirigées surtout parallèlement à l'axe de la tige. Ces rameaux sont constitués par une écorce homogène entourant un faisceau vasculaire central ; leur sommet est libre, jaune pâle, mucilagineux, constitué par des cellules allongées en poils, fortement gonflées ; le pinceau formé par ces éléments résorbe le liber sur son chemin. De la face inférieure (tournée vers le bois) de ces cordons partent de nombreux suçoirs en forme de coin, qui s'enfoncent dans le bois par les rayons médullaires ; à mesure que la tige de l'hôte s'épaissit, les coins grossissent par l'organisation de nouveaux tissus à leur base ; ils paraissent ainsi d'autant plus profondément enfoncés dans le bois qu'ils sont plus âgés.

D'abord formés d'un parenchyme homogène, ils acquièrent, la deuxième année, des cellules vasculaires courtes, ponctuées, disposées assez irrégulièrement, et qui, par places, se mettent en contact direct avec les vaisseaux du bois ; ces cellules vasculaires manquent à la base des coins par où se fait la croissance et où elles sont remplacées par des cellules allongées à parois minces. Ajoutons que les rameaux sous-corticaux du Gui peuvent émettre des bourgeons qui traversent l'écorce et donnent naissance à de nouvelles touffes du parasite.

Le dommage causé par le Gui est assez variable. En dehors de la perte éprouvée par la plante du fait de la frustration de matières élaborées que lui fait subir le parasite, il faut considérer qu'assez souvent le Gui meurt avant son hôte et qu'il en résulte une plaie pouvant servir de porte d'entrée à d'autres parasites.

D'après les observations de G. Bonnier, le Gui est capable, pendant l'hiver, de se rendre utile à son support en lui transmettant une partie des hydrates de carbone qu'il élabore grâce à ses feuilles vertes persistantes. Mais c'est un service bien faible qui ne compense pas les dégâts causés.

Ce sont surtout les arbres fruitiers (Pommier, Poirier) qui ont à souffrir de la présence du Gui ; les branches qui portent des touffes du parasite portent peu de fruits et se couvrent de bois morts. Il ne suffit pas d'arracher le parasite, il faut supprimer en hiver les rameaux parasités. Quant aux touffes que portent le tronc et les grosses branches dont la suppression compromettrait l'existence de l'arbre, elles seront coupées chaque année pour éviter la fructification. Dans le voisinage des vergers, il est bon également de supprimer le Gui sur les arbres (Peupliers, etc.) qui le portent.

FAMILLE DES CONVOLVULACÉES.

Les Convolvulacées parasites, les *Cuscutes* (pl. LXXXVII, fig. 8-14), dont on fait souvent une famille spéciale, sont des Phanérogames presque complètement privés de chlorophylle et vivant entièrement en parasite sur leurs hôtes ; elles ne s'implantent que sur les tiges et les organes aériens en général.

Les graines des Cuscutes sont de très petite taille et d'une organisation extrêmement rudimentaire ; l'embryon forme un petit corps allongé, filiforme, dans lequel on ne peut reconnaître de cotylédons et qui est enroulé en spirale autour d'un albumen charnu. La germination de ces graines s'accomplit sur le sol ; à ce moment, l'embryon s'allonge ; son extrémité correspondant à la radicule, dépourvue de pilorhize, sort de la graine et se renfle ; puis la tigelle s'allonge, son extrémité restant coiffée par les téguments. Cette croissance se fait aux dépens des réserves contenues dans l'albumen de la graine, qui tombe quand elles sont épuisées ; puis la jeune plante utilise les matières nutritives des parties les plus inférieures (radicule), d'où la vie se retire peu à peu. Elle peut ainsi végéter quelque temps, mais, incapable d'absorber les matières nutritives du sol, elle ne tarde pas à périr, à moins qu'elle ne rencontre une plante capable de lui servir d'hôte. On a pu cependant, dans des cultures artificielles, prolonger cette phase saprophytique du développement des Cuscutes (Molliard). Si l'extrémité de la tigelle, dans les mouvements de nutation qu'elle effectue, vient à rencontrer un support convenable, elle s'y applique fortement, s'y enroule en spirale, puis y enfonce des suçoirs. La jeune Cuscute, fixée et nourrie, peut alors continuer sa croissance ; elle s'allonge en s'enroulant autour de la tige nourricière.

Les suçoirs se forment aux points de contact des deux tiges en présence ; ils apparaissent comme de petits renflements dus à l'allongement des cellules épidermiques de la Cuscute, allongement suivi d'une multiplication des cellules sous-jacentes de l'écorce. Il se forme ainsi un petit disque fortement appliqué à la surface de la tige hôte ; les cellules épidermiques de ce disque sont garnies de petites papilles qui rendent plus parfaite l'adhésion entre les deux plantes.

Dans l'axe du jeune suçoir, on voit se différencier des cellules allongées perpendiculairement à la surface d'adhésion ; elles forment une sorte de coin qui se glisse entre les cellules de l'écorce, pénètrent jusqu'au cylindre central au contact des vaisseaux du bois. Complètement développé, un suçoir présente deux régions distinctes : une écorce à éléments allongés

et un cylindre central, dans lequel on trouve des vaisseaux courts, des cellules vasculaires, qui mettent en communication les vaisseaux de la tige de la Cuscute avec ceux de son hôte.

Pierce a montré que les suçoirs des Cuscutes avaient une origine péricyclique et devaient être considérées comme des racines adventives modifiées et adaptées au parasitisme.

L'enroulement des tiges est déterminé comme chez les plantes grimpantes, par le contact prolongé d'un objet rugueux et suffisamment mince ; il n'est d ailleurs pas indispensable à la production des suçoirs

Mirande a montré que la Cuscute emprunte à son hôte surtout du glucose, qui se retrouve en grande quantité dans les suçoirs ; l'amidon a une importance moindre. Les suçoirs sécrètent des diastases qui s'épanchent en dehors d'eux dans la zone ambiante et mobilisent les éléments qui doivent servir de nourriture au parasite et être absorbés par lui. C'est notamment à l'action de ces diastases qu'est due la disparition de l'amidon dans la tige de l'hôte au voisinage des suçoirs.

L'affinité de la Cuscute pour une plante donnée est liée à la quantité de matières utiles et absorbantes, notamment de glucose, contenue dans cette plante ; il y a là une véritable action chimiotactique que Pierce avait déjà mise en évidence : une tige de *Cuscuta europæa* peut, en effet, s'enrouler et pénétrer de ses suçoirs un morceau de moelle de sureau imbibé du suc d'*Impatiens Balsamina*, plante capable de servir de support à cette Cuscute ; au contraire, sur un morceau de moelle de sureau simple, l'enroulement se fait bien, mais les suçoirs s'ébauchent seulement. De plus, certains végétaux contiennent des substances capables d'entraver l'action des diastases sécrétées par la Cuscute (Mirande) ; ces plantes se montrent en général réfractaires au parasite ; c'est le cas des plantes à essences (Ombellifères, Crucifères, etc.), des plantes à latex (Euphorbiacées, Papavéracées, etc.), et surtout des plantes toxiques. Cependant certaines plantes à alcaloïdes (Solanées) peuvent servir de support à la Cuscute, dont alors les suçoirs renferment une substance huileuse devant agir comme moyen de défense. Quand l'hôte est peu apte à nourrir la Cuscute,

celle-ci développe de la chlorophylle et peut ainsi vivre d'une vie partiellement indépendante (Mirande).

Une fois fixée, la Cuscute peut continuer son développement ; elle s'allonge et se ramifie rapidement. Ses tiges sont grêles, jaunes ou rougeâtres ; elles portent de petites écailles, à l'aisselle desquelles sont des bourgeons capables de produire des ramifications latérales. La croissance de la Cuscute est souvent si rapide qu'en peu de temps le parasite forme autour de son point de départ une tache envahissante, qui s'étend sur toute sa périphérie. Les rameaux se cramponnent sur toutes les tiges qu'ils rencontrent, sur celles de la Cuscute elle-même, s'enroulent, enfoncent leurs suçoirs, si bien que le tout forme un lacis inextricable.

La floraison s'effectue pendant l'été. Les fleurs, sessiles ou pédicellées, sont petites, blanchâtres ou rosées et réunies en glomérules latéraux sur le trajet des filaments. Le calice est généralement formé de cinq sépales ; il persiste autour du fruit. La corolle est régulière, campanulée ou en forme de grelot, à cinq lobes assez profonds. Les étamines sont opposées aux pétales, auxquels elles sont soudées et desquels elles se détachent vers le milieu du tube de la corolle. Au-dessous de cette insertion apparente de l'étamine, chaque pétale porte une écaille ordinairement laciniée ; l'ensemble de ces appendices forme à l'intérieur de la fleur une couronne plus ou moins développée suivant les espèces. Le pistil est constitué de deux carpelles limitant deux loges à deux graines chacune ; il est surmonté de deux styles (parfois soudés). Le fruit est une capsule biloculaire, contenant deux graines par loge et s'ouvrant par une fente transversale (pyxide), plus rarement par des déchirures irrégulières à son sommet.

La dissémination des Cuscutes se fait surtout par l'emploi de graines impures ; il est, en effet, très fréquent de trouver des semences de Cuscute au milieu des graines de Trèfle ou de Luzerne. Ces semences peuvent aussi être apportées sur un champ par les fumiers (elles passent sans modification à travers le tube digestif des animaux).

Plusieurs espèces de Cuscutes peuvent être nuisibles aux cultures.

Cuscuta epithymum Murr (*C. minor* D.C.). — Cette espèce, la plus commune de nos Cuscutes indigènes, peut vivre en parasite sur un nombre considérable de plantes : Lotier, Vesce, Trèfle, Genêt, Ajonc, Graminées même, etc., et sur une infinité de plantes sauvages. Les tiges sont très grêles, rougeâtres; les fleurs, très petites, sessiles, sont réunies en glomérules compacts ; les lobes du calice et de la corolle sont nettement aigus au sommet ; le tube de cette dernière est presque fermé par le développement des écailles ; les stigmates sont filiformes, les graines presque arrondies. Le *Cuscuta epithymum* est d'ailleurs une plante assez variable et, parmi les races qu'il présente, la suivante nous intéresse particulièrement par les dommages qu'elle cause :

Cuscuta Trifolii Babingt. (pl. LXXXVII, fig. 8-14). — Cette Cuscute s'attaque aux Trèfles et à la Luzerne ; elle se distingue du *C. epithymum*, dont elle est très voisine, par ses tiges plus robustes, blanc jaunâtre, ses fleurs plus grandes et plus pâles, réunies en glomérules plus gros.

La Cuscute du Trèfle cause de grands dégâts dans les cultures ; quand elle se développe dans un champ, elle forme des cercles réguliers, toujours grandissants, où les pieds de Trèfle sont entourés d'un épais lacis des filaments grêles du parasite et ne tardent pas à périr.

Cuscuta major D. C. (*C. europæa* L.). — La grande Cuscute, moins répandue que les précédentes, vit surtout sur les Orties et le Liseron, on la rencontre parfois sur les plantes cultivées, le Chanvre, le Houblon, et même les rameaux de quelques arbres (Saule, Peuplier) ; mais elle ne prend jamais une bien grande extension. Elle se distingue du *Cuscuta epithymum* par ses tiges plus robustes, ses fleurs plus grandes et réunies en glomérules serrés plus volumineux, et surtout par les divisions du calice et de la corolle obtuses au sommet et les écailles de pétales très petites, laissant le tube de la corolle largement ouvert.

Cuscuta epilinum Weihe. — C'est un parasite du Lin, observé aussi sur la Cameline, toujours rare en France, où on le rencontre de temps à autre dans le Nord, l'Ouest et le Centre. Il étreint fortement les tiges du Lin, dont il arrête la croissance.

Le *Cuscuta epilinum* ressemble au *C. major ;* mais il est bien distinct par sa corolle en grelot, ses stigmates en massue et ses graines rondes et nettement rugueuses.

Cucusta suaveolens Ser. (*C. corymbosa* Choisy). — Cette espèce, originaire de l'Amérique du Sud, a été introduite vers 1830 en Europe, où elle croît surtout sur la Luzerne cultivée. En France, elle est rare et s'étend toujours peu.

Le *Cuscuta suaveolens* se reconnaît très facilement à ses fleurs assez longuement pédicellées, formant des corymbes lâches et rameux ; le calice est court, la corolle en cloche et fermée par les écailles ; les stigmates sont arrondis, et la capsule s'ouvre irrégulièrement au sommet.

Schribaux a signalé l'introduction d'une autre Cuscute américaine, le *Cuscuta Gronowii* Willd., d'ailleurs très voisine de *C. suaveolens ;* les graines auraient été importées avec des semence de Luzerne américaine.

Ces Cuscutes, d'origine américaine, diffèrent de nos espèces indigènes par la grande dimension de leurs graines (1mm,5 au lieu de 1 millimètre), ce qui ne permet pas de les séparer par un criblage de celles de la Luzerne, auxquelles elles peuvent être mélangées.

Cuscuta monogyna Vahl. — Cette Cuscute est très rare en France, où on ne la connaît que dans quelques localités de la région méditerranéenne ; elle s'attaque à diverses plantes herbacées et à des arbustes ; c'est sur la Vigne qu'elle peut causer quelques dégâts.

On la reconnaît à ses tiges épaisses (2 à 3 millimètres), chargées de petits tubercules ; à ses fleurs roses, disposées en longues grappes interrompues ; à ses graines volumineuses (4 millimètres), et enfin à son style unique (résultant de la soudure des deux styles normaux), terminé par un stigmate globuleux.

Destruction de la Cuscute. — C'est presque toujours par le semis de semences de Trèfle ou de Luzerne contenant des graines de Cuscute que se fait l'introduction du parasite sur un sol indemne ; aussi doit-on toujours exiger que les graines vendues soient d'une pureté absolue et garanties sur facture dépourvues de Cuscute. La différence de volume entre les

graines de la Cuscute du Trèfle et celles des Légumineuses fourragères en rend la séparation facile (il existe des appareils spéciaux pour cet usage) ; mais il en est autrement pour les Cuscutes d'Amérique dont les graines sont presque aussi grosses que celles des Trèfles.

Dans un champ infesté, si la cuscute est très répandue et forme de nombreux foyers, le plus simple est de retourner la culture par un labour, autant que possible avant la floraison du parasite.

Si les taches sont peu nombreuses, on peut les détruire isolément dès qu'on les remarque ; pour cela, on arrache ou on coupe au ras du sol les pieds atteints ainsi qu'une bande de pieds encore sains tout autour des taches ; on rassemble le tout et on détruit le tas soit en le saturant d'une solution de sulfate de fer (8 à 10 p. 100), soit en le brûlant après l'avoir arrosé de pétrole. Cette opération doit être faite autant que possible avant la formation des graines de la Cuscute, qu'on peut alors détruire complètement. Mais, si l'on n'a pu traiter à temps, les graines tombées sur le sol pourront contaminer les cultures suivantes ; dans ce cas, l'incinération, avec écobuage de la couche superficielle du sol, est bien préférable au traitement par le sulfate de fer, et de plus il faut laisser le sol en friche pendant plusieurs années ou n'y semer que des plantes incapables de servir de support au parasite.

FAMILLE DES OROBANCHACÉES.

La famille des Orobanchacées renferme des parasites se développant exclusivement sur les racines d'autres Phanérogames. Comme les Orobanches manquent de racines normales et ne peuvent puiser dans le sol l'eau chargée de substances alimentaires et comme, d'un autre côté, elles ne possèdent pas de chlorophylle, leur parasitisme est absolu, et elles peuvent causer de graves dommages.

Les tiges des Orobanchacées ne portent pas de feuilles véritables, mais de simples écailles jaunâtres. Les fleurs, généralement disposées en épis au sommet des tiges, sont hermaphrodites, irrégulières ; les sépales sont soudés, de même que

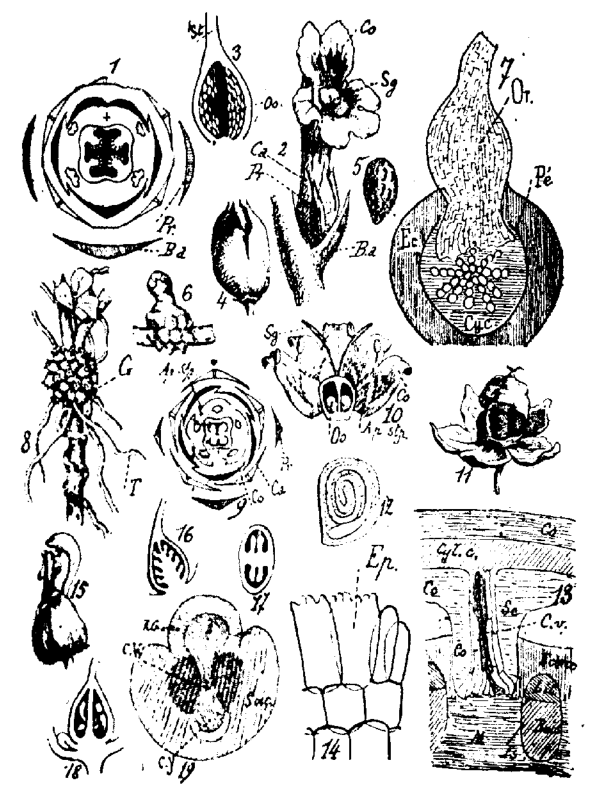
les pétales, qui forment une corolle tubuleuse, à deux lèvres plus ou moins inégales. Les pièces du calice et de la corolle sont au nombre de cinq ; il n'y a que quatre étamines, la supérieure étant avortée, soudées plus ou moins longuement aux pétales. L'ovaire est libre, formé de quatre carpelles ouverts limitant une seule loge où de très nombreux ovules sont insérés sur quatre placentas latéraux. Le style est simple et terminé par un stigmate bilobé. Le fruit est une capsule.

Les graines sont extrêmement fines et leur organisation très rudimentaire. L'embryon est une simple masse ovoïde de cellules où on ne distingue ni radicule, ni cotylédons. C'est en somme un embryon arrêté dans un développement à un stade antérieur à la différenciation des organes. Pourtant cet embryon est apte à se développer quand il trouve les conditions favorables, c'est-à-dire quand il se trouve dans un sol humide, à une température convenable et au contact d'une racine capable de le nourrir. Cette dernière condition est indispensable ; si elle n'est pas réalisée, la graine ne germe pas, et elle peut persister dans le sol pendant de longues années, tout en gardant sa faculté germinative.

Pour étudier le mode de germination de la graine et le développement de la plante qu'elle produit, prenons comme exemple une espèce bien connue, par exemple l'*Orobanche rameuse du Tabac* (pl. LXXXVII, fig. 1-6). Quand la graine germe, l'embryon s'allonge en se contournant plus ou moins ; la croissance se fait par la base, dans laquelle s'accumulent toutes les matières de réserve de la graine, tandis que l'extrémité opposée, correspondant à la tigelle, s'épuise, se vide et meurt. Si la partie terminale inférieure rencontre une racine de Tabac, elle s'y enfonce comme un coin en dissociant les cellules de l'écorce, qui, à son contact, s'hypertrophient et se décolorent. Ce suçoir pénètre jusqu'aux vaisseaux de la plante nourricière et permet la nutrition et la croissance de la jeune Orobanche. Celle grossit rapidement, se renfle en un tubercule où l'on voit bientôt se différencier des cellules vasculaires disposées en cordons irréguliers. La soudure entre le parasite et son hôte est si étroite que les cellules des deux plantes sont entremêlées et difficiles à distinguer les unes des autres.

Planche LXXXVII

Phanérogames parasites.



OROBANCHES. — *Phelipæa ramosa.* — 1. diagramme de la fleur : *Pr.*, préfeuill- (bractée accessoire) : *Ba.*, bractée axillante. — 2. la fleur. — 3. coupe longitudinale de l'ovaire. — 4, le fruit. — 5, graine (très grossie). — 6, jeune Orobanche sur une racine (d'après L. Koch).

Orobanche speciosa. — 7, coupe d'une jeune Orobanche *Or.* : *Ec.*, écorce de la racine parasitée ; *Pé.*, son péricycle ; *Cy. c.*, son cylindre central (schématisé d'après L. Koch).

CUSCUTES. — *Cuscuta Trifolii.* — 8, tige de Trèfle atteinte. — 9, diagramme de la fleur : *Ca.*, calice ; *Co.*, corolle ; *Ap. stp.*, appendices de la corolle. — 10, la fleur coupée et étalée : *Oo.*, ovule ; *Sg.*, stigmate (d'après Baillon). — 11, le fruit (pyxide). — 12, coupe de la graine. — 13, coupe de la tige de Trèfle au niveau d'un suçoir *Se.* : *Co.*, écorce de la Cuscute ; *Cyl. c.*, son cylindre central ; *Cv.*, cellules vasculaires ; *Ps.*, un faisceau du Trèfle, *M.*, moelle et rayon médullaire du même (schématisé). — 14, cellules épidermiques du disque d'adhésion de la Cuscute.

SCROPHULARIACÉES. — *Rhinanthus major.* — 15, une fleur. — 16, coupe longitudinale de l'ovaire. — 17, coupe transversale du même.

Melampyrum pratense. — 18, racine de Graminée portant un suçoir *Suç.* : *C. v.*, cordon vasculaire reliant les vaisseaux *V* de la Graminée au cylindre central *Cy.* du suçoir. — 19, l'ovaire en coupe longitudinale.

Bientôt le tubercule se montre hérissé de petites saillies coniques, qui, par leur développement, deviendront des racines ; en même temps au sommet se montrent les premiers rudiments des pousses florifères.

Les racines issues du tubercule s'allongent peu ; elles sont dépourvues de pilorhize, de poils radicaux et incapables d'absorber les matières nutritives du sol ; mais, si elles rencontrent une racine de la plante nourricière, elles s'y appliquent, se renflent et émettent un rameau qui s'enfonce dans l'écorce et atteint les faisceaux libéro-ligneux qu'un cordon de cellules vasculaires vient mettre en rapport avec le bois de la racine d'Orobanche. Ces suçoirs secondaires sont de dimensions très variables ; généralement ils sont dus à la multiplication des cellules du parenchyme cortical ; mais parfois on trouve des suçoirs réduits produits par l'allongement de quelques cellules seulement (Holvelacque). Ces suçoirs secondaires jouent un rôle important dans la dispersion des Orobanches ; car l'année suivant leur formation, quand l'Orobanche est implantée sur une plante vivace, ils sont capables de produire une hampe florifère de la même façon que le suçoir primaire.

Il est à observer que les organes de végétation des Orobanches sont annuels ou vivaces suivant qu'ils sont implantés sur les racines d'une plante vivace annuelle ou d'une plante vivace ; les deux cas peuvent d'ailleurs se présenter pour la même espèce d'Orobanche suivant la plante qu'elle a attaquée.

Les Orobanchacées comprennent divers genres ; on peut en distinguer trois en France : *Orobanche*, *Phelipæa* et *Lathræa.*

Genre **Orobanche** Linné.

Les Orobanches proprement dites sont caractérisées par leurs fleurs sessiles, *disposées en épis et munies à la base d'une seule bractée* ; le calice est composé de deux pièces résultant de la soudure des sépales ; la corolle présente deux lèvres, la supérieure en casque, entière ou échancrée, l'inférieure étalée à trois lobes. La capsule s'ouvre en deux valves qui restent adhérentes à la base et au sommet. Ce sont des plantes

annuelles ou vivaces, à tiges dressées, simples, jaunâtres ou rougeâtres, renflées à la base.

Les Orobanches sont assez nombreuses, mais quelques espèces seulement sont des parasites des plantes cultivées.

Orobanche minor Sutt. — *L'Orobanche minor* peut se développer sur les racines d'un grand nombre de plantes (Légumineuses, Composées, Ombellifères, etc.), mais dans les cultures n'est guère nuisible qu'à quelques plantes d'ornement et surtout au Trèfle et à la Luzerne.

Dans les champs de Trèfle, l'Orobanche apparaît généralement après la première coupe et est alors peu abondante ; mais elle se répand très rapidement grâce au nombre immense de graines qu'elle fournit et aux suçoirs nombreux que produisent ses racines ; aussi, la deuxième année, le nombre de pieds du parasite peut devenir si grand qu'on est obligé de retourner le champ. Même dans les cas où l'Orobanche du Trèfle est moins répandue, elle cause encore des dégâts en affaiblissant la Légumineuse.

L'Orobanche minor ne cause jamais d'aussi grands dommages sur les Luzernes, dont les racines pivotantes s'enfoncent à une grande profondeur et se trouvent ainsi à l'abri du parasite.

L'Orobanche minor est une plante de 10 à 50 centimètres de hauteur, poilue, glanduleuse, à tiges isolées ou souvent réunies en touffes sur le même tubercule. Les fleurs, blanchâtres, violacées ou jaunâtres, sont disposées en épis lâches et munies à la base d'une bractée qui les égale presque ; le calice est à peu près de la longueur du tube de la corolle. Les étamines sont presque glabres, le stigmate rouge ou violacé.

Orobanche rubens Wallr. — Cette espèce attaque diverses Légumineuses, notamment la Luzerne, mais sans leur être bien préjudiciable. En France, elle est assez rare (Centre, Est). C'est une plante robuste, rougeâtre, à fleurs grandes ; les sépales sont courts, la corolle d'un rouge fauve, les étamines très velues et le stigmate jaune.

Orobranche speciosa D. C. (pl LXXXVII, fig. 7). — Cette Orobanche vit sur les Légumineuses dans la région méditerranéenne ; elle peut causer des dommages importants dans les

cultures de Fève et de Pois. L'*Orobanche speciosa* est une plante vigoureuse, pouvant atteindre 70 centimètres de haut, à grandes fleurs odorantes, blanches, rayées de violet ; les bractées florales sont très longues, ainsi que le calice, qui est fortement incisé à son sommet ; le stigmate est coloré en violet clair.

Orobanche cruenta Bert. — C'est encore un parasite des Légumineuses qui s'attaque notamment à la Luzerne et au Sainfoin ; il n'est jamais bien dangereux. On reconnaît l'*Orobanche cruenta* à sa corolle glanduleuse et d'un jaune rougeâtre à l'extérieur, glabre et rouge-sang intérieurement ; le stigmate est jaune.

Orobranche Hederæ Duby. — Cette Orobanche, répandue plus ou moins abondamment dans une grande partie de la France, vit en parasite sur les racines du Lierre ; on l'a signalée dans les jardins sur l'*Aralia Sieboldi* et même sur les Rosiers qu'elle affaiblit notamment ; mais ce parasitisme est tout à fait exceptionnel. C'est une plante d'assez haute taille, à tige rougeâtre assez grêle ; les fleurs sont glabres, blanchâtres ou violacées, dépassées par les bractées ; le stigmate est jaune.

Genre **Phelipæa** A. Meyer.

Les *Phelipæa* ressemblent aux Orobanches ; mais chaque bractée florale est accompagnée de deux bractées latérales plus petites ; le calice est presque régulier, campanulé, formé de quatre sépales et d'un cinquième rudimentaire ; la capsule s'ouvre par deux valves écartées au sommet.

Les *Phelipæa* ont un port assez analogue à celui des Orobanches vraies ; leurs fleurs, bleuâtres ou violacées, sont disposées en épis ordinairement lâches au sommet de tiges simples ou rameuses.

Seule l'espèce suivante présente une importance dans la culture.

Phelipæ ramosa C. A. Mey (*Orobanche ramosa* L.) (pl. LXXXVII, fig. 1-6). — L'Orobanche rameuse peut vivre sur des plantes fort diverses, le Maïs, la Tomate, la Vigne et surtout sur le Tabac et le Chanvre.

Dans les plantations de Tabac, l'Orobanche rameuse cause souvent des dégâts importants ; les pieds atteints, surtout quand ils le sont dans la jeunesse, se développent peu, s'étiolent, jaunissent et ne peuvent prendre leurs dimensions normales, ni arriver à maturité. Le parasite est parfois extrêmement abondant dans les cultures.

Sur le Chanvre, les dégâts varient suivant l'état de développement de l'hôte au moment de l'infection. Les pieds déjà développés ont peu à souffrir, mais il en est autrement des jeunes plants que l'Orobanche épuise et dont elle peut causer la mort.

Le *Phelipæa* est une plante d'un blanc jaunâtre ou bleuâtre, à tiges rameuses, sortant presque toujours par touffes d'un même tubercule. Les fleurs sont petites, jaunâtres, teintées de violet au sommet, disposées en épis allongés et lâches.

Genre **Lathræa** Linné.

Les *Lathræa* sont très distincts des genres précédents par leurs fleurs pédicellées, disposées en corymbe ou en grappe et surtout par leur appareil végétatif ; la tige est presque entièrement souterraine, rameuse, blanche, couverte d'écailles charnues, opposées. Les racines, très profondément enfoncées en terre portent des suçoirs latéraux ou terminaux, appliqués sur les racines nourricières, dans lesquelles ils envoient un rameau perforant en forme de coin à la façon des suçoirs secondaires des Orobanches.

Les *Lathræa* sont des parasites des arbres ; on en trouve deux espèces en France.

Lathræa Squamaria L. — Cette plante se rencontre çà et là dans une grande partie de la France, dans les lieux humides et ombragés, où elle croît sur les racines de divers arbres ; très rarement, on l'a vue vivre en parasite sur la Vigne.

Les tiges florifères se montrent au premier printemps ; elles sont simples, dressées et portent à leur sommet une grappe unilatérale de fleurs penchées, blanchâtres ou rosées ; la corolle est courte, à deux lèvres peu inégales ; la capsule contient un grand nombre de graines.

Lathræa clandestina L. (*Clandestina rectiflora* Lamk.). — La *Clandestine* se trouve à peu près dans les mêmes conditions que l'espèce précédente dans l'Ouest, le Sud-Ouest et le Centre. On l'a aussi trouvée accidentellement sur la Vigne, mais toujours localisée en des places peu étendues.

Les tiges aériennes sont très courtes et se terminent de suite par un corymbe de grandes fleurs dressées qui paraissent sortir de terre. Ces fleurs sont longuement pédicellées ; la corolle est d'un beau violet pourpre, à deux lèvres inégales. La capsule ne renferme qu'un petit nombre de graines.

Destruction des Orobanches. — La destruction des Orobanches est fort difficile par suite de la persistance de leurs graines dans le sol, où pendant de longues années (dix ans au moins) elle attendent, pour germer et se développer, le voisinage d'une racine capable de les nourrir. C'est surtout dans les cultures de Trèfle, de Chanvre et de Tabac qu'on a à se préoccuper de la lutte contre ces parasites.

Dans les sols indemnes, l'emploi de semences pures suffira à écarter toute contamination ; les fines graines des Orobanches sont d'ailleurs facilement séparées par un criblage de celles du Trèfle, du Chanvre et même du Tabac. Dans le même ordre d'idées, l'emploi de fumiers ou de composts contenant des fourrages contaminés doit être sévèrement proscrit, car les graines du parasite y conservent leur pouvoir germinatif.

Dans les sols infectés, la destruction des graines des Orobanches est impossible. Aussi faut-il évincer de l'assolement toutes les cultures susceptibles d'être atteintes ; diverses plantes adventices pouvant servir de support aux Orobanches, on veillera soigneusement à détruire les hampes florifères du parasite dès leur apparition, avant la formation des graines, pour éviter une nouvelle contamination du sol.

Les champs de Trèfle envahis doivent être retournés de suite et labourés profondément. On a toujours intérêt à effectuer ces opérations ; car, si les choses sont laissées en place, outre la contamination certaine et irréparable du sol le Trèfle s'affaiblit rapidement et ne donne plus qu'un produit insignifiant.

Enfin l'emploi de fortes fumures à base d'acide phosphorique et de potasse a donné quelques bons résultats en mettant la culture dans les conditions les plus favorables de résistance à l'épuisement dû aux Orobanches.

FAMILLE DES SCROPHULARIACÉES.

Dans une section de la famille des Scrophulariacées, celle des *Rhinanthées*, nombre de genres, bien que munis de chlorophylle et portant des racines normales, sont cependant capables de se fixer sur les racines voisines, celles des Graminées surtout, et d'y former des suçoirs. Tel est le cas des Rhinanthes, des Mélampyres, des Euphraises, des Pédiculaires, etc. Mais, à l'encontre des Orobanches, dont les Rhinanthées se rapprochent beaucoup, ces dernières ne sont que des *hémiparasites*.

Le parasitisme des Rhinanthées a été découvert par Decaisne; cet auteur constata que, si l'on arrache une de ces plantes avec précaution et bien qu'une bonne partie de leur système radiculaire montre des racines normales avec poils radicaux, certaines racines portent des petits tubercules arrondis ou un peu oblongs, des suçoirs, dont les uns adhèrent aux racines des Graminées voisines, tandis que les autres enserrent des particules de terre ou des brindilles mortes, ou même sont tout à fait libres. Ce n'est qu'à un certain âge de la plante qu'on voit des suçoirs libres, et l'on peut supposer qu'ils ne jouent plus le rôle d'organes absorbants, mais qu'ils servent simplement de réservoirs aquifères et de matière azotée (Koch).

Les suçoirs se forment quand une racine de Rhinanthée arrive au contact d'une autre racine apte à être parasitée ; on voit à cet endroit l'écorce se renfler et les éléments de l'assise pilifère s'allonger en poils qui pénètrent les tissus de l'hôte. Puis les cellules du parenchyme cortical augmentent de dimension, se divisent, et ce n'est que plus tard que le cloisonnement se propage jusqu'au péricycle (Leclerc du Sablon). Le suçoir ne peut donc être regardé comme une racine modifiée; c'est un simple renflement exogène de l'écorce.

En se développant, le suçoir s'aplatit à la surface de la

racine hôte ; il peut la déborder de chaque côté et l'entourer en partie, comme le fait s'observe notamment sur les racines grêles des Graminées. Au début, le suçoir est homogène, puis il se différencie en deux régions : une partie corticale à larges cellules et une partie centrale à éléments plus petits et remplis d'un plasma dense. Enfin, dans l'axe du suçoir, se forme un cordon de cellules vasculaires qui relie les tissus conducteurs des deux racines en contact.

La structure des suçoirs varie un peu selon la racine parasitée. Les cellules vasculaires pénètrent seules dans les racines des Graminées, où elles s'introduisent jusque dans l'intérieur du faisceau ligneux en écartant les éléments. Dans les racines des Dicotylédones, au contraire, les cellules vasculaires formant un cône perforant l'écorce et aboutissent à la surface du bois, qu'elles ne dépassent pas ; ce cône est entouré d'une gaine de cellules à parois minces, qui continue le tissu de la partie centrale du suçoir.

Quoique les Rhinanthées ne soient que des hémiparasites et que, grâce à leurs racines normales et à la présence de la chlorophylle, elles puisent dans le sol et l'air une partie des substances nécessaires à leur nutrition, ces plantes ne peuvent généralement prendre un développement complet complet ni arriver à floraison si elles ne sont en contact avec leurs plantes nourricières. D'ailleurs, suivant les espèces, le parasitisme est plus ou moins absolu (Heinricher, Bonnier), et il en résulte des différences dans la nocivité de ces plantes. Ainsi, tandis que les Mélampyres sont à peine parasites et ne demandent à leurs hôtes que des substances minérales, il en est autrement pour les Rhinanthes, les Pédiculaires et surtout les Euphraises, dont l'assimilation chlorophyllienne est très faible et qui doivent emprunter à la plante nourricière une grande partie des substances qui leur sont nécessaires.

Les Rhinanthées présentent les caractères suivants, qui d'ailleurs sont ceux des Scrophulariacés :

Le calice est persistant, à quatre (rarement cinq) lobes peu inégaux ; la corolle est tubuleuse, bilabiée ; les étamines, au nombre de quatre, sont inégales et soudées par leur base aux

pétales ; l'ovaire est libre, à deux loges ; le fruit est une capsule.

Les genres suivants sont les plus importants.

Les Rhinanthes (*Rhinanthus*) (pl. LXXXVII, fig.5-7) sont des plantes à calice renflé, à fleurs jaunes disposées en épis et munies de grandes bractées foliacées ; la capsule est fortement comprimée latéralement. Ce sont des herbes annuelles, à feuilles opposées et dentées ; plusieurs espèces (*Rhinanthus minor* Ehrh., *major* Ehrh., *hirsutus* Lamk., etc.) sont répandues dans les prairies, où elles vivent sur les racines des Graminées et de quelques autres plantes.

Les Pédiculaires (*Pedicularis*) ont également le calice renflé ; mais leurs feuilles sont alternes et profondément divisées ; leurs capsules sont ovoïdes et leurs fleurs le plus souvent roses. Ce sont, de plus, des plantes vivaces ou bisannuelles. On les trouve surtout dans les prairies des montagnes ; quelques-unes (*Pedicularis silvatica* L., *palustris* L.) croissent dans les prés humides de presque toute la France.

Chez les Mélampyres (*Melampyrum*) (pl. LXXXVII, fig. 18-19), le calice n'est pas renflé (ce caractère se retrouve dans les genres suivants) ; les fleurs, jaunes ou rougeâtres, sont disposées en épis et munies de bractées ; les feuilles sont entières, opposées, et la capsule glabre. Le *Melampyrum pratense* L. est commun dans les bois ; l'espèce la plus importante est le *Melampyrum arvense* L., plante des terrains calcaires, dont les fleurs, pourpres à gorge jaune, sont disposées en épis assez allongés et entourées de bractées rouges ; il se développe souvent en abondance dans les Céréales, auxquelles il peut être nuisible, malgré son parasitisme atténué.

Les Euphraises (*Euphrasia*) sont de petites plantes grêles, à fleurs violacées ou jaunâtres, en épis ; le calice est tubuleux, la lèvre inférieure de la corolle divisée en trois lobes échancrés et la capsule poilue. Ces plantes sont abondantes dans les pâturages, les landes et les bois ; quoique presque complètement parasites, elles ne sont pas bien dangereuses.

Les *Odontites* ressemblent aux Euphraises ; mais ce sont des plantes plus robustes, ramifiées ; les lobes de la lèvre inférieure de la corolle ne sont pas échancrés ; les fleurs sont roses ou jaunes. Quelques espèces (*Odontites verna* Reichb., *serotina*

Reichb., etc.,) vivent dans les moissons et les lieux cultivés.

Destruction des Rhinanthées. — Ces parasites étant annuels (sauf les Pédiculaires) et se reproduisant uniquement par graines, on s'en débarrassera dans les prairies et les moissons en les empêchant de fructifier ; il suffit donc de les faucher ou de les arracher avant floraison.

FAMILLE DES SANTALACÉES.

Les Santalacées forment un groupe où l'ovule est différencié, mais dépourvu de nucelle, où la fleur est hermaphrodite, apétale, avec des sépales soudés et l'ovaire uniloculaire, infère. Ces plantes, répandues dans les régions tempérées et les régions chaudes, sont des parasites des racines, comme les Rhinanthées, et également pourvues de chlorophylle.

La germination se fait comme chez les plantes non parasites ; la radicule pousse dans le sol, et ses ramifications donnent des suçoirs aptes à pénétrer les racines voisines de plantes assez variées. Mais cette pénétration ne se fait pas toujours ; certains suçoirs n'arrivent pas au contact de racines et s'incurvent en hameçon.

En France, les Santalacées sont peu nombreuses et n'offrent pas un grand intérêt pratique ; on peut citer les *Thesium*, petites plantes vivaces ou annuelles qu'on trouve dans les lieux incultes et dans les prairies surtout des montagnes, et l'*Osyris alba* L., sous-arbrisseau des lieux arides de la région méridionale.

TABLE ALPHABÉTIQUE

ABRÉVIATIONS

M., Myxomycètes.
C., Chytridiales.
P., Péronosporales.
U., Ustilaginales.
R., Urédinales.
H., Autobasidiomycètes.
E., Exoascacées.
D., Discomycètes.
Py., Pyrénomycètes.
Pé., Périsporiales.
I., Champignons imparfaits.
B., Maladies bactériennes.
P.p., Phanérogames parasites.

Le nom des espèces figurées est précédé d'un *.

A

G

M

T

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

MALADIES PRODUITES PAR LES CHAMPIGNONS

CHAPITRE PREMIER

MYXOMYCÈTES ET CHYTRIDIALES

CHAPITRE II

SIPHOMYCÈTES

CHAPITRE III

BASIDIOMYCÈTES

CHAPITRE IV

ASCOMYCÈTES

CHAPITRE V

CHAMPIGNONS IMPARFAITS

DEUXIÈME PARTIE

MALADIES BACTÉRIENNES

TROISIÈME PARTIE

LES PHANÉROGAMES PARASITES

7640-25. — Corbeil. Imprimerie Crété. — 8-25.